

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه

بلوك بتنی و کاربرد آن در دیوار

نشریه شماره ۱۰۰

چاپ دوم



جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه

بلوك بتنی و کاربرد آن در دیوار

نشریه شماره ۱۰۰

معاونت فنی
دفتر تحقیقات و معیارهای فنی



omoorepeyman.ir

چاپ دوم ۱۳۷۲

انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۲/۰۰/۳۵

فهرستبرگه

نیامیر، ایرج

بلوک بتنی و کاربرد آن در دیوار / [ایرج نیامیر]؛ معاونت فنی، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی. - تهران: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۲، ۱۳۶۸.

۶۵ ص: مصور. - (سازمان برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی؛ نشریه شماره ۱۰۰) (انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۷۲/۰۰/۳۵)

چاپ دوم

کتابنامه: ص. ۶۵

۱. دیوارهای بتنی. ۲. ساختمانهای بتنی. ۳. مصالح ساختمانی. الف. سازمان برنامه و بودجه. دفتر تحقیقات و معیارهای فنی. ب. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ج. عنوان. د. سلسله انتشارات.

۱۳۷۲ ش. ۱۰۰. TA ۳۶۸/ص ۲

بلوک بتنی و کاربرد آن در دیوار (چاپ دوم)

تهیه کننده: دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

ناشر: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

چاپ اول: ۱۳۶۸، ۱۰۰۰ نسخه

چاپ دوم: ۱۳۷۲، ۱۰۰۰ نسخه

چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ

بها: ۵۰۰ ریال



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷	مقدمه
۹	۱. خصوصیات و مشخصات بلوکهای بتنی
۹	۱-۱. مصالح اولیه بلوک
۹	۱-۱-۱. سیمان
۹	۲-۱-۱. مصالح سنگی
۱۰	۳-۱-۱. مخلوط مصالح سنگی
۱۱	۴-۱-۱. آب
۱۱	۵-۱-۱. مواد افزودنی
۱۱	۲-۱. روشهای تهیه
۱۱	۱-۲-۱. تهیه مخلوط بتن برای بلوک
۱۲	۲-۲-۱. قالبگیری
۱۲	۳-۲-۱. عمل آوردن و محافظت بتن بلوک
۱۴	۳-۱. حمل و نقل و انبار کردن
۱۵	۱-۳-۱. بسته بندی
۱۵	۲-۳-۱. بارگیری
۱۶	۳-۳-۱. حمل
۱۶	۴-۳-۱. انبار کردن
۱۷	۴-۱. ویژگیهای انواع بلوکهای بتنی
۱۷	۱-۴-۱. انواع بلوکها
۱۸	۲-۴-۱. شکل بلوکها
۱۹	۳-۴-۱. ابعاد و اندازه بلوکها
۲۱	۵-۱. مشخصات فنی بلوکهای بتنی
۲۱	۱-۵-۱. تغییرات حجمی بلوک
۲۱	۲-۵-۱. مقاومت و ایستایی بلوک
۲۲	۳-۵-۱. مقاومت در برابر حریق
۲۴	۴-۵-۱. پایایی بلوک بتنی
۲۵	۵-۵-۱. عایق حرارتی و صوتی بلوکهای بتنی
۳۱	۲. طراحی و ساختمان دیوارهای بلوک بتنی
۳۱	۱-۲. سیستم مدولار
۳۳	۲-۲. ملاتها
۳۳	۱-۲-۲. خواص ملاتها
۳۴	۲-۲-۲. انواع ملاتها



۳۷	۳-۲ . انقباض و انبساط دیوارهای بلوک بتنی
۳۷	۱-۳-۲ . تغییرات حجمی در رابطه با عامل رطوبت
۳۸	۲-۳-۲ . تغییرات حجمی ناشی از تغییرات درجه رطوبت
۳۸	۲-۳-۲ . حرکات ناشی از نحوه بارگذاری ، لرزش شالوده‌ها و اتصالات خاص
۳۹	۴-۲ . بندها و ترکها
۳۹	۱-۴-۲ . بندها
۴۰	۲-۴-۲ . ترکها
۴۱	۵-۲ . مشخصات و اصول بنایی در بلوک چینی
۴۱	۱-۵-۲ . ملات‌گذاری
۴۳	۲-۵-۲ . بلوکهای بتنی
۴۳	۳-۵-۲ . عملیات بنایی
۴۹	۳ . مشخصات و جزئیات اجرایی
۴۹	۱-۳ . مشخصات سازه‌ای
۴۹	۱-۱-۳ . بلوک چینی ساده
۵۱	۲-۱-۳ . بلوک چینی پر شده (از بتن درجا)
۵۱	۳-۱-۳ . مقاومت بلوک و دیوار
۵۲	۴-۱-۳ . بلوک چینی مسلح
۵۷	۲-۳ . کاربردهای خاص دیوارهای بلوک بتنی
۵۷	۱-۲-۳ . دیوارهای حایل
۵۸	۲-۲-۳ . دیوارهای حصار
۵۸	۳-۳ . نازک‌کاری و نما سازی
۵۸	۱-۳-۳ . نصب تجهیزات
۶۰	۲-۳-۳ . تقویت بندها و بندکشی
۶۲	۳-۳-۳ . اندودکاری
۶۳	۴-۳-۳ . نقاشی دیوارهای بلوک بتنی
۶۵	



پیشگفتار

به‌کارگیری شیوه‌های نیمه صنعتی، یکی از راه‌های منطقی برای پاسخگویی به نیازهای ساختمانی کشور است، و از این‌رو "دفتر تحقیقات و معیارهای فنی"، در قالب بخشی از فعالیتهای خود، به اشاعه آن می‌پردازد. انتشار بعضی از نشریه‌های پیشین این دفتر، مانند نشریه‌های شماره ۸۲ و ۹۴، نیز در همین راستا بوده است.

نشریه‌های یادشده - که به سقفهای مجوف بتنی (تیرچه و بلوک) اختصاص یافته بود- در شرایطی به‌جا می‌رفت که کشور ارائه شد که کمبود پروفیل‌های فولادی، استفاده بیشتر از بتن را، به‌ویژه برای ساخت سقف، اجتناب‌ناپذیر کرده بود. نشریه حاضر نیز به دلیل نیازهای بخش ساختمان برای بازسازی و نوسازی کشور، جهتگیری برای ساخت اصولی این‌گونه دیوارها و بالاخره تکمیل آگاهیه‌های لازم برای یک روش کامل ساختمان‌سازی نیمه صنعتی (دیوار و سقف بتنی سبک) تهیه شده است.

در این نشریه، مطالب مختلفی از منابع گوناگون داخلی و خارجی استخراج، مقایسه و بررسی شده و پادیدی پژوهشی، مجموعه اطلاعاتی در باره استفاده از بلوک بتنی پیش ساخته در ساخت دیوارهای باربر و غیرباربر ارائه گردیده است، با این امید که در آینده با پشتوانه نظرات اصلاحی سایر کارشناسان و صاحب‌نظران، محتوای این نشریه غنی‌تر شود و دست اندرکاران فن ساختمان، با استفاده از منابع و مدارک کاملتر و موثرتر و تجربه‌های حاصل از کاربرد مطالب این نشریه توفیق بیشتری به دست آورند.

در اینجا، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی فرصت را مغتنم می‌شمرد و از کوششهای آقای مهندس ایرج نیامیر که محقق، گردآورنده و کارشناس این نشریه هستند، قدردانی می‌کند و از دیگر کارشناسان خود، آقایان دکتر فریدون امینی، مهندس مرتضی قاسم زاده، مهندس سیداکبر هاشمی، مهندس مسعود عسگری و مهندس عزیزالله سلجوقی، و نیز از آقایان دکتر مهدی قالیبافیان، مهندس محمد میرزا خطیب شهیدی، و مشاوران گروه ۴ وگنو، به خاطر اظهار نظر برپیشنویس این نشریه تشکر می‌نماید.



omoorepeyman.ir

مقدمه

روشهای مختلف تولید صنعتی و نیمه صنعتی قطعات ساختمانی برای جوابگویی به نیازهای موجود در بخش ساختمان پیشنهاد می شود و در مواردی نیز به اجرا درمی آید. اغلب این نوآوریها به علت ناهماهنگی با تکنولوژی محلی، مسائل اقتصادی - اجتماعی و فرهنگ خاص کشور با شکست مواجه می شوند و با ایجاد مسائل پیش بینی نشده برای ادامه حیات خود مشکلی بر مشکلات این بخش می افزایند.

یکی از شیوه های نیمه صنعتی که می توان گفت با شرایط عمومی کشور مطابقت دارد و تا حدودی نیز از گذشته متداول بوده است، استفاده از بلوکهای بتنی در ساختمان سازی است. این روش از نظر تهیه مصالح اولیه، تکنولوژی تولید و کاربرد آن کاملاً " متکی به منابع و امکانات کشور است و بنابراین، داشتن ضوابط و مقررات مربوط به تولید و کاربرد بلوکهای بتنی خواهد توانست نقش عمده ای در مقابله با مشکل مسکن ایفا کند. ساختمانهای بلوک بتنی در مقایسه با سایر ساختمانهای بنایی از امتیازات زیر برخوردار است:

۱. کوتاه بودن زمان عملیات ساختمانی
۲. ایجاد عایق حرارتی مناسب
۳. ایجاد عایق صوتی بسیار خوب
۴. داشتن مقاومت بسیار خوب در مقابل حریق
۵. داشتن سطح تمام شده مناسب و راحت برای نازک کاری و نما سازی بنا
۶. یکپارچگی و سبکی نسبی وزن ساختمان
۷. امکان تامین مقاومت خوب در برابر زلزله
۸. اقتصادی بودن از نظر کاربرد مصالح و نیروی کار

با در نظر گرفتن امتیازات ذکر شده، تهیه دستورالعمل برای کاربرد این مصالح ضرورت بیشتری پیدا می کند، تا ضمن رفع کاستیهای موجود، بتوان در مقابله با مشکلات بخش ساختمان به طور اصولی گامی به جلو برداشت.

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی





 omorepeyman.ir

۱. خصوصیات و مشخصات بلوکهای بتنی

۱-۱. مصالح اولیه بلوک

اجزای اصلی تشکیل دهنده بلوکهای بتنی عبارتند از: ماده چسبنده^۱ یا سیمان، مصالح سنگی (مخلوط شن و ماسه) و آب؛ در صورت نیاز، از مواد افزودنی مانند کفاسازها و تولیدکننده‌های گاز برای تولید بلوک متخلخل یا اسفنجی استفاده می‌شود.

۱-۱-۱. سیمان

سیمان مورد مصرف در بلوکهای بتنی اغلب از نوع سیمانهای پرتلند معمولی و یا در مواردی پرتلند زودگیر می‌باشد. در شرایط خاص، از سیمانهایی مانند سیمان روباره‌ای، سیمان آلومینیومی، سیمان پرتلند ضد سولفات نیز استفاده می‌شود.

مقدار سیمان بسته به میزان مقاومت خواسته شده از بلوک، مطابق مشخصات فنی در نظر گرفته می‌شود.^۲

۱-۲. مصالح سنگی

مصالح سنگی از دو بخش درشت دانه (شن) و ریزدانه (ماسه) تشکیل شده است:

الف) مصالح درشت دانه: مورد استفاده در بلوک بتنی باید از الک ۱۲/۵ میلیمتر رد شده و روی الک ۴/۷۵ میلیمتر باقی بماند. این مصالح از شن رودخانه‌ای یا سنگ شکسته و یا مخلوطی از این دو، در موارد خاص، حتی از سرباره کوره‌های آهن‌گدازی به دست می‌آید.

دانه‌های شن باید کاملاً "محکم و با دوام از سنگهای سختی مانند گرانیت، سیلیس و غیره باشد.

دانه‌های شن باید دارای شکل کروی و نزدیک به مکعب باشد و از مصرف دانه‌های پولکی و سوزنی پرهیز

شود.

شن باید کاملاً "تمیز و عاری از مواد آلی، خاک، کلوخه‌های رسی و ترکیبات معدنی و شیمیایی زیان‌آور

باشد.



۱. سیمان پرتلند، آهک، سیمان بنایی و یا یکی از اختلاطهای آنها و نیز چسبهای ارگانیک.

۲. نگاه کنید به: استاندارد شماره ۷۰ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و نشریه‌های ۵۵ و ۱۰۱

دفتر تحقیقات و معیارهای فنی.

ب) مصالح ریز دانه (رد شده از الک ۴/۷۵ میلیمتر) از ماسه طبیعی و یا ماسه شکسته و یا مخلوطی از این دو تهیه می‌شود. ماسه باید دارای دانه‌های سخت و بادوام باشد؛ از به کاربردن ماسه‌های شیستی و ست باید خودداری شود.

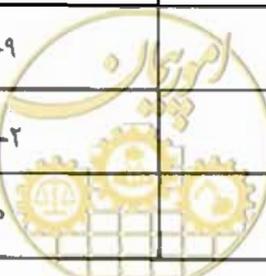
ماسه باید کاملاً تمیز (در صورت نیاز شسته شده) و عاری از مواد آلی، خاک، کلوخه‌های رسی و ترکیبات معدنی و شیمیایی زیان‌آور باشد. حداکثر لای و ذرات ریز در ماسه نباید از مقدار معینی که مشخصات فنی مجاز می‌داند تجاوز کند.^۱

۱-۱-۳. مخلوط مصالح سنگی

مصالح سنگی علاوه بر مرغوبیت و شرایطی که در هر مورد به‌طور جداگانه ذکر شد، باید به نسبت‌های معین و مشخص مخلوط شوند تا همگنی و استقامت بتن در حد لازم و مطلوب تامین شود. عدم رعایت نسبت‌های صحیح مصالح سنگی در مخلوط باعث ایجاد خلل و فرج و سطوح کرمو و تضعیف مقاومت بتن می‌شود، یا مصرف سیمان را زیاد می‌کند. علاوه بر این، چون مخلوط مصالح رقم قابل ملاحظه‌ای را به‌خود اختصاص می‌دهد، عدم رعایت نسبت‌ها در مخلوط مسلماً بازده اقتصادی مناسبی نخواهد داشت. به‌طور کلی مخلوط باید به نحوی باشد که مصالح دانه درشت داخل ماسه غرق نشوند (یعنی ماسه بیش از اندازه نباشد) و یا، برعکس، مصالح دانه ریز کاملاً بتواند فضاهای خالی مابین مصالح دانه درشت را پر کند (یعنی ماسه کمتر از اندازه لازم نباشد). در زیر، جدول دانه‌بندی با الک‌های (آشتو ۸۹۲) که با مخلوط بلوک‌های بتنی سازگار است، ارائه می‌شود.

جدول ۱. دانه بندی مخلوط مصالح سنگی ریز و درشت

اندازه الک	درصد مواد رد شده از الک
۱۲/۵ میلیمتر	۱۰۰ درصد
" ۹/۵	۴۵* - ۷۵ درصد
" ۴/۷۵	۳۰* - ۴۸ درصد
" ۲/۳۶	۲۳* - ۴۲ درصد
" ۱/۱۸	۱۲* - ۳۴ درصد
" ۰/۶	۹* - ۲۷ درصد
" ۰/۳	۲* - ۱۲ درصد
" ۰/۱۵	۰* - ۲ درصد

* عدد سمت چپ توصیه می‌شود. 

۱-۴-۴-۱ آب

آب مصرفی برای شستن مصالح، تهیه مخلوط بتن و عمل آوردن بلوک بتنی باید از نظر مواد مضر محلول کنترل شود و عاری از هرگونه مواد اضافی زیان آور مانند املاح شیمیایی، مواد آلی، روغنها، اسیدها و موادی باشد که باعث تغییر رنگ و یا لکه دار شدن بتن می شود. اهمیت کیفیت آب برای تهیه مخلوط بتن در حد آب آشامیدنی است و باید شدیداً از مصرف آبهای مشکوک که آزمایشهای لازم در مورد آنها انجام شده است، پرهیز شود. ^۱ اندازه آب نسبت به ابعاد و اندازه و شکل مصالح سنگی و رطوبت موجود در آنها تغییر می کند. علاوه بر آن، مقدار سیمان و مقاومت بتن با میزان آب رابطه مستقیم دارد و باید مطابق مشخصات فنی خاص تعیین شود. اگر روانی بتن را به چهار دسته سفت، خمیری، شل و آبیکی تقسیم کنیم، برای تهیه بلوک بتنی از بتن "سفت" استفاده می شود.

۱-۵-۱ مواد افزودنی

موادی که در هنگام تهیه مخلوط بتن اضافه می شود ^۲ غالباً " به شرح زیر است:

۱) مواد رنگی، که از آنها برای تهیه بلوک بتنی رنگی استفاده می شود؛ شرایط مصرف این ماده باید مطابق مشخصات فنی خاص تعیین شده باشد.

۲) مواد افزودنی برای کنترل گیرش بتن، که معمولاً " برای کاهش زمان گیرش و تسریع در ایجاد مقاومت بتن از زودگیر کننده ها استفاده می شود. مصرف این ماده نیز باید مطابق مشخصات فنی خاص باشد.

۳) مواد روان کننده و کنترل کننده گیرش بتن و یا تقلیل دهنده رطوبت پذیری بلوک بتنی؛ مصرف این مواد نیز باید مطابق مشخصات فنی خاص باشد.

۴) مواد حباب ساز، که برای تهیه بلوکهای بتنی مقاوم در مقابل آب و هوای متغیر و سخت مورد استفاده قرار می گیرد. مصرف این گونه مواد نیز مطابق مشخصات فنی خاص مجاز خواهد بود.

۵) مواد کف ساز یا تولید کننده گاز برای تهیه بتن اسفنجی و بلوکهای سبک

۱-۲-۲ روشهای تهیه

۱-۲-۱-۱ تهیه مخلوط بتن برای بلوک

الف) پیمانہ کردن مصالح

مواد تشکیل دهنده بتن براساس میزان تعیین شده (مطابق مشخصات فنی خاص) برای مقاومت مورد نظر باید با دقت تمام برحسب وزن یا حجم پیمانہ شوند. ^۳

۱. نگاه کنید به: نشریه های ۱۰۱ و ۵۵ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی و استاندارد شماره ۷۰ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۲. برای اطلاعات بیشتر، نگاه کنید به: نشریه شماره ۱۰۱ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی (فصل چهارم، صفحات ۴-۱۳)

۳. نگاه کنید به: طبق بندی بتن ها، در نشریه ۱۰۱ و نسبت اختلاط و انتخاب نوع بتن در نشریه ۵۵ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی وزارت برنامه و بودجه.

ب) مخلوط کردن مصالح

برای مخلوط کردن، توصیه می‌شود از وسایل مکانیکی (مانند بتونیر) استفاده شود. برای این کار، ابتدا کلیه وسایل شامل مخلوط کن، وسایل حمل و نقل و قالبها از مواد زاید، پاک و تمیز شده، و آماده می‌شوند. سپس، مصالح پیمان‌شده به ترتیب از مصالح دانه درشت، مصالح دانه ریز و سیمان در مخلوط‌کن ریخته می‌شوند. بعد از اختلاط کامل مصالح خشک و ضمن عمل مخلوط کردن، آب به میزان تعیین شده به مخلوط اضافه می‌شود. عمل اختلاط تا حصول یک مخلوط بتنی که از لحاظ رنگ و صورت ظاهر کاملاً "یکنواخت" باشد، ادامه می‌یابد. زمان اختلاط در هیچ حالت نباید از ۲/۵ دقیقه کمتر باشد. چنانچه در مواردی عمل مخلوط کردن با دست انجام می‌گیرد، ابتدا باید مصالح دانه درشت را روی سکوی تراز که غیر قابل نفوذ در برابر آب است پخش کرد و سپس مصالح دانه ریز را روی مصالح قبلی پخش نمود. سپس، روی این مخلوط باید سیمان خشک اضافه شده، و حداقل سه بار زبرورو شود. پس از آن، ضمن پاشیدن تدریجی آب، عمل مخلوط کردن باید تا وقتی ادامه پیدا کند که مخلوط دارای رنگ و شکل کاملاً "یکنواختی" شود. باید توجه داشت که با روش حاضر باید ۱۰ درصد به مقدار سیمان افزود. مخلوط بتن باید به اندازه‌ای تهیه شود که حداکثر در مدت نیم ساعت به مصرف برسد؛ از آخوره کردن مصالح باید موکداً خودداری شود.

۱-۲-۲. قالبگیری

در صورتی که بلوک به وسیله ماشین و به صورت مکانیکی قالبگیری می‌شود، مراعات مشخصات فنی خاص ماشین مورد استفاده، الزامی است؛ مضافاً، باید کاملاً "توجه داشت که قالبها حتماً از مواد زاید پاک و تمیز شوند و تراکم مطلوب بتن به هر شکل ممکن (لرزاندن، کوبیدن و یا ضربه زدن) تأمین شود. اگر قالبگیری به وسیله دست انجام می‌شود، مخلوط بتن باید به دفعات در قشرهای ۵ تا ۷/۵ سانتیمتری در قالب ریخته شده، و هر قشر به طور جداگانه کوبیده شود. بلافاصله بعد از قالب زدن باید بلوکها از قالب جدا شود و حداقل مدت ۱۲ ساعت (یا مطابق مشخصات فنی خاص) در محل سرپوشیده و دور از آفتاب و باد شدید قرار گیرد. در این مدت، بلوکها را باید کاملاً "محافظت کرد تا آسیب ندیده یا شکسته نشوند.

۱-۲-۳. عمل آوردن و محافظت بتن بلوک

بلوک بتنی تا زمانی که به اندازه کافی سخت نشده است، باید در برابر اثرات نامطلوب محیطی محافظت شود. عمده‌ترین این اثرات عبارتند از:

- ۱) خشک شدن زودرس در اثر تابش آفتاب و وزش باد
- ۲) شسته شدن به وسیله باران و آبپاشی نادرست
- ۳) کاهش سریع درجه حرارت بتن در روزهای اول (شوگ حرارتی)
- ۴) سرمای زیاد یا یخزدگی



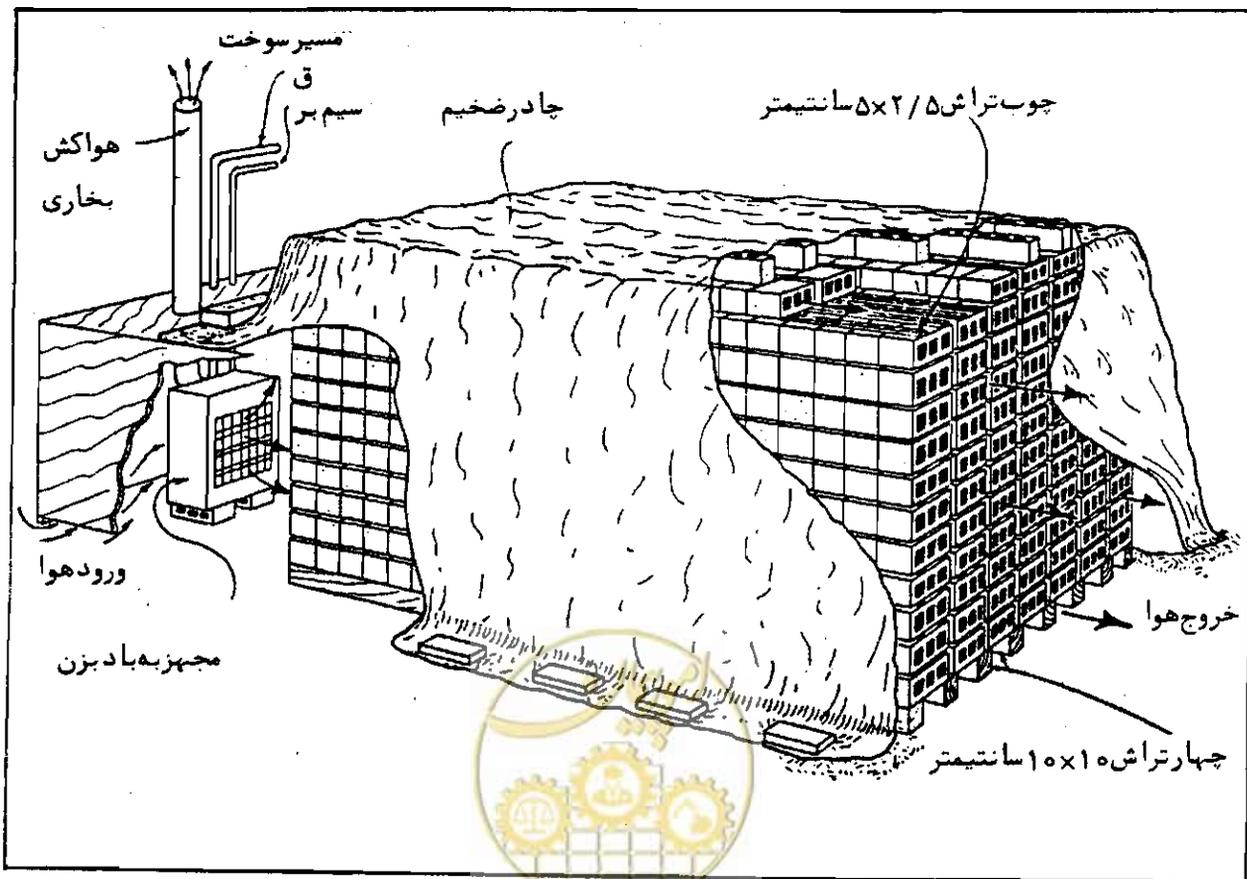
عدم محافظت درست از بتن، در مقاومت، جمع شدگی (انقباض) و شکل ظاهری بلوک تأثیر مستقیم دارد. روشهای زیر برای عمل آوردن بلوک بتنی مرسوم است:

الف) عمل آوردن با آب

این روش در هوای گرم و خشک معمول است و به وسایل و تجهیزات یا تمهیدات خاص، جز آبیاشی برای حفظ رطوبت و استفاده از سرپناه برای حفاظت از تابش آفتاب و باد و باران، نیاز ندارد. در این روش، میزان آبیاشی به شرایط جوی بستگی دارد و معمولاً "باید حدود یک هفته به طول انجامد. بعد از این مدت، بلوکها را باید دور از باران و رطوبت اضافی انبار کرد. این نوع عمل آوردن بدون حفاظت در هوای سرد و یخبندان امکانپذیر نیست، مگر اینکه مخلوط بتنی قبلاً "حاوی مواد مضاف مانند تسریع کننده‌ها باشد، که دستورالعمل آن مطابق مشخصات فنی خاص خواهد بود.

ب) گرم کردن بلوکهای بتنی

این روش که در مقیاس کوچک و تولید محدود امکانپذیر است، روشی بسیار ساده بوده، و در هرشرایطی قابل اجراست و به تجهیزات، وسایل و امکانات زیاد نیاز ندارد. بلوکها در مقابل نوعی بخاری که مجهز به بادبزن است، چیده می‌شوند (شکل ۱). به منظور جریان یافتن هوای گرم از میان بلوکها باید موارد زیر در هنگام چیدن رعایت شود:



شکل ۱

ابتدا، رج اول روی چوبهای چهار تراش 10×10 سانتیمتر با فاصله $2/5$ سانتیمتر در جهت عبور هوا چیده می شود و سپس، رج دوم با فاصله $2/5$ سانتیمتر (که توسط چوبهای چهار تراش $2/5$ سانتیمتر تامین می شود) از رج اول چیده می شود؛ چیدن بلوکها تا ارتفاع لازم به همین صورت ادامه پیدا می کند. تعداد بلوکها در این مجموعه، بسته به قدرت بخاری و بادبزن و همچنین شرایط آب و هوا تغییر می کند، توصیه می شود که این مجموعه بیش از حداکثر ۴ بلوک در عرض، ۶ بلوک در ارتفاع و ۴ متر طول نداشته باشد. مطابق شکل ۱، روی بلوکها را باید با چادر ضخیم (مانند برزنت یا مشابه که در مقابل حرارت مقاوم باشد) با فاصله ای حدود ۲۰ سانتیمتر از دو طرف پوشاند. که جریان هوا در اطراف بلوکها به راحتی امکانپذیر باشد. زمان خشک شدن بلوکها به شرایط آب و هوا و میزان رطوبت بستگی دارد. در هر حال میزان رطوبت بلوک پس از خشک شدن باید با رطوبت عمومی محل کار مطابقت داشته باشد.

ج) عمل آوردن با بخار آب

برای تسریع در عمل آوردن بلوکها، از روش گرم کردن بلوکهای بتنی با بخار آب استفاده می شود. این شیوه عمل آوردن که در تولید انبوه بلوک به کار می رود، نیاز به اطاقهای بخار و تجهیزات دیگر نیاز دارد. درجه حرارت در این اطاقها تا ۸۰ درجه سانتیگراد بالا می رود و وسایل داخل اطاقها متناسب با این شرایط طراحی شده اند. در این روش، بالا بردن درجه حرارت و پایین آوردن مجدد آن به آرامی انجام می گیرد و سعی می شود که در طول کار، بلوکهای بتنی آب خود را از دست ندهند. در این روش، مدت عمل آوردن به حدود یک روز کاهش می یابد.

د) عمل آوردن با استفاده از اتوکلاو

این روش به تجهیزات و امکانات بیشتری نیاز دارد و اغلب برای عمل آوردن بلوکهای بتنی سبک به کار می رود. در این روش، بلوکها در بخار آب زیر فشار ۱۵ تا ۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع قرار می گیرند. در این روش، مدت عمل آوردن به چند ساعت کاهش می یابد. این روش، علاوه بر کوتاهی زمان، امتیازات دیگری نیز به شرح زیر دارد:

- جمع شدگی در اثر خشک شدن و انبساط ناشی از جذب رطوبت در بتن به حداقل خود می رسد.
- به علت ترکیبات مضاعف آهک در سیمان، مصرف سیمان در شرایط اتوکلاو کمتر است
- بلوکهای تولید شده با این روش از نظر رنگ کاملاً یکسان و یکدست هستند.
- کوتاهی زمان عمل آوردن باعث صرفه جوییهای زیاد در تأسیسات جنبی کارگاه است.

۳-۱. حمل و نقل و انبار کردن

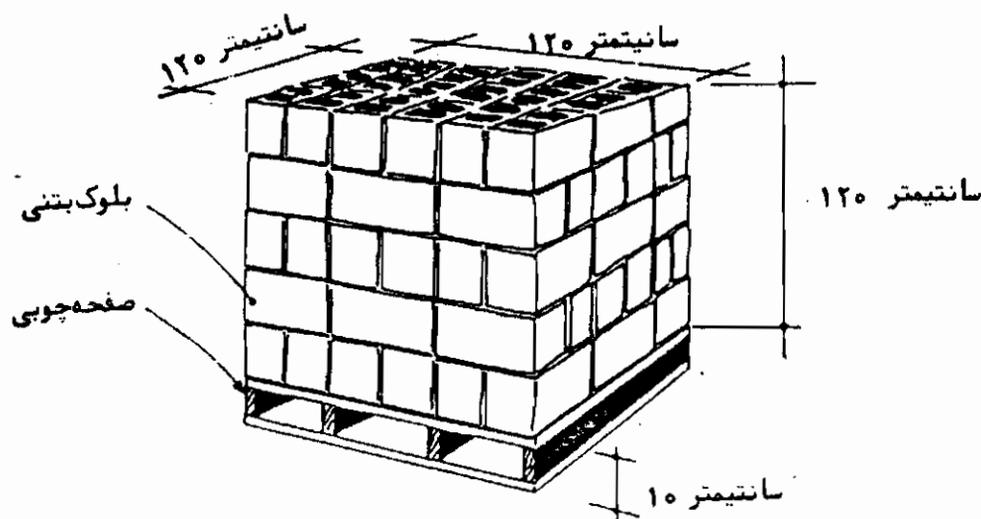
به علت کار تخصصی و مخارج نسبتاً زیادی که برای بلوکهای بتنی صرف می شود و همچنین حساسیت بلوکهای بتنی در مقابل رطوبت و آلودگیها، به اضافه شکل فیزیکی آنها که شکننده و سنگین است، محافظت کامل از بلوکهای بتنی در کلیه مراحل حمل و نقل ضرورت دارد. مراحل حمل و نقل شامل چهار مرحله بسته بندی، بارگیری، حمل و تخلیه و انبار کردن است که در هر مرحله، باید مقررات مربوطه به تناسب و مقیاس کار رعایت شود.

۱-۳-۱. بسته‌بندی

همان‌طور که اشاره شد، لازم است بلوکهای بتنی برای حمل و نقل بسته‌بندی شوند تا ضمن محافظت از شکستگی و لب بردن بتوان از نفوذ آب (به صورت باران یا هر صورت دیگر) به آنها جلوگیری کرد. بلوکها به صورت دسته منظم از روی سطوح ملات خور به نحوی که سوراخها در امتداد هم و به صورت قائم باشند، روی هم چیده می‌شوند و ابعاد این دسته‌ها در طول ۳ بلوک (حدود ۱۲۰ سانتیمتر)، در عرض ۶ بلوک (حدود ۱۲۰ سانتیمتر) و در ارتفاع ۶ بلوک (حدود ۱۲۰ سانتیمتر) خواهد بود. دسته بلوکها باید روی یک صفحه چوبی با ارتفاع حدود ۱۰ سانتیمتر از سطح زمین چیده شوند تا فاصله ایجاد شده از سطح زمین علاوه بر تسهیل استفاده از ماشین بالابر، جریان هوا را نیز برای جلوگیری از تشدید رطوبت تأمین کند.

پس از چیده شدن بلوکها روی صفحه چوبی لازم است که کلیه سطوح خارجی با پوشش مقاوم در مقابل نفوذ آب و رطوبت تا سطح فوقانی صفحه چوبی کاملاً حفاظت شوند؛ سپس، بلوکهای چیده شده باید بایندهای مناسبی پیچیده شده، و روی صفحه چوبی مهار گردند.

ممکن است بسته‌بندی مستقیماً "روی کفی کامیون انجام شود که تقریباً مشابه روش بالا به صفحه چوبی دارد با این تفاوت که صفحه چوبی باید به شکل شیبدار (به سمت محور طولی کامیون) بوده، و سطح آن به اندازه سطح کفی کامیون باشد.



شکل ۲. نحوه چیدن بلوک

۱-۳-۲. بارگیری

اگر امکانات کارگاه اجازه دهد، بهتر است بارگیری و تخلیه بار با ماشینهای بالابر مانند لیفت تراک انجام شود. در این صورت، بسته‌های بلوک عیناً به همان شکل که در محل تولید باربندی شده است، در محل مناسب یا انبار کارگاه تخلیه خواهد شد. در صورتی که کارگاه از ماشین آلات ذکر شده برخوردار نباشد، ناگزیر بارگیری مستقیماً از روی کامیون به وسیله افراد و به صورت دستی انجام خواهد شد که در این حالت، نکات زیر باید رعایت شود:

- در هنگام بارگیری و تخلیه باید به شرایط عمومی لازم برای حفاظت (یعنی، ممانعت از نفوذ آب و آلودگی و محافظت بلوکها از شکستگی) توجه شود.

- به علت وزن نسبتاً سنگین و ابعاد بزرگ بلوکهای بتنی، این بلوکها علاوه بر آسیب پذیر بودن، امکان آسیب رساندن هم دارند. از این رو لازم است در هنگام بارگیری و تخلیه، با انتخاب مسیر و جهت مناسب برای حرکت افراد و استفاده از پوششهای ایمنی مانند دستکش، کلاه و کفش، جوانب احتیاط در نظر گرفته شود.

۱-۳-۳. حمل

حمل از محل تولید با وسایل نقلیه موتوری و یا با چرخهای دستی امکانپذیر است.

۱-۳-۳-۱. مانند مرحله بسته بندی، استفاده از وسایل نقلیه موتوری به دو شکل است:

الف) استفاده از بسته بندیهای آماده بلوک بتنی و چیدن این بسته ها در پشت کامیون یا ماشین بالابر (لیفت تراک) یا برعکس، تخلیه آن.

ب) استفاده از کامیون کفی و چیدن مستقیم بلوکها روی کامیون که در این حالت قبلاً "صفحه چوبی را با شیب ملایم از دو طرف به سمت محور طولی کفی کامیون ثابت می کنند و سپس بلوکها را روی آن از محور به سمت خارج به صورت منظم می چینند. در این حالت، ارتفاع نباید از ۶ بلوک (یعنی حدود ۱۲۰ سانتیمتر) بیشتر باشد. پس از اتمام بلوک چینی و بستن پوشش مناسب و کامل با کمک بندهای مهاری، به نحوی که کاملاً از نفوذ باران و لغزیدن بلوکها جلوگیری کند، کامیون آماده حرکت می شود.

۱-۳-۳-۲. در استفاده از چرخهای دستی نیز باید توجه شود که کف آنها صفحه چوبی و مسطح باشد و حتماً بر روی چهار چرخ قرار گیرد (استفاده از فرغون که بر روی سه چرخ استوار باشد مجاز نیست). ابعاد و ظرفیت چرخهای دستی نیز بسته به طول و کیفیت مسیر متغیر خواهد بود؛ در هر حال، توان یک نفر را برای کنترل و هدایت چرخ باید در نظر گرفت.

هنگام استفاده از چرخهای دستی نیز باید برای محافظت بلوکهای بتنی از شکستگی یا نفوذ آب و همچنین جلوگیری از خسارتهای جانی و مالی باید جوانب احتیاط را در نظر داشت.

۱-۳-۴. انبار کردن

انبار کردن بلوک بتنی تا قبل از استفاده در داخل دیوار از مراحل بسیار می باشد. لازم است در انتخاب محل انبار و شیوه نگهداری بلوکها خیلی دقت شود. در صورتی که بلوکهای بتنی از بسته بندی مناسب برخوردار نباشند، باید از انبار سرپوشیده ای استفاده شود که در آن، هوا به خوبی جریان داشته باشد. بلوکهایی که به صورت دستی تخلیه می شوند باید در داخل انبار روی صفحه ای مشابه آنچه که در بسته بندی به آن اشاره شد، چیده شوند. ابعاد، اندازه و ارتفاع ردیفهای باید طوری باشد که برداشتن و چیدن بلوکها به راحتی امکانپذیر باشد. اگر انبار گنجایش کافی داشته باشد، بهتر است بلوکهای بتنی در ردیفهای با عرض ۴ بلوک و ارتفاع ۶ بلوک در طول حدود ۴ متر چیده شود.

- اگر بلوکهای بتنی هنگام تخلیه هنوز دارای رطوبت باشند باید در هنگام چیدن در انبار، فاصله لازم در بین بلوکها رعایت شود تا جریان هوا در لابه لای ردیفها آنها را به مرور خشک کند. در مواقع ضروری می توان

از هوا سازه‌های حرارتی با دمیدن مستقیم روی بلوکهایی که به شکل افقی چیده شده‌اند (به نحوی که سوراخها در مقابل هوا ساز باشد) زمان خشک شدن را تقلیل داد.

– علاوه بر انبار کلی در کارگاههای بزرگ لازم است در نزدیک محل بلوک چینی نیز انبار موقت برای مصرف روزانه در نظر گرفته شود (توصیه می‌شود یک بسته بلوک با بسته‌بندی مناسب مطابق مشخصات یاد شده در محل محفوظی نزدیک بلوک چینی در نظر گرفته شود).

– در هر حالت توصیه می‌شود بلوکهای بتنی از یخزدن و سرمای شدید در طول دوران انبارداری محافظت گردند.

– برای حفظ سلامت بلوک در هنگام چیدن و حمل انفرادی آن به صورت دستی می‌توان از وسایل مکانیکی و یا اهرمهایی مشابه شکل ۳ استفاده کرد که ضمن تأمین ایمنی، راحتی کار نیز حاصل شود.



شکل ۳. وسیله بلند کردن دستی بلوک بتنی

۴-۱. ویژگیهای انواع بلوکهای بتنی

۴-۱-۱. انواع بلوکها

– نوع اول، بلوک بتنی از بتن سنگین و کاملاً "مترکم" است و از آن به عنوان بلوک باربر حتی در زیر عایقکاری به صورت پی و کرسی چینی استفاده می‌شود. این نوع بلوک دارای وزن مخصوص بیش از ۱۴۰۰ کیلوگرم در مترمکعب^۱ و تاب فشاری متوسط بیشتر از ۱۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد.

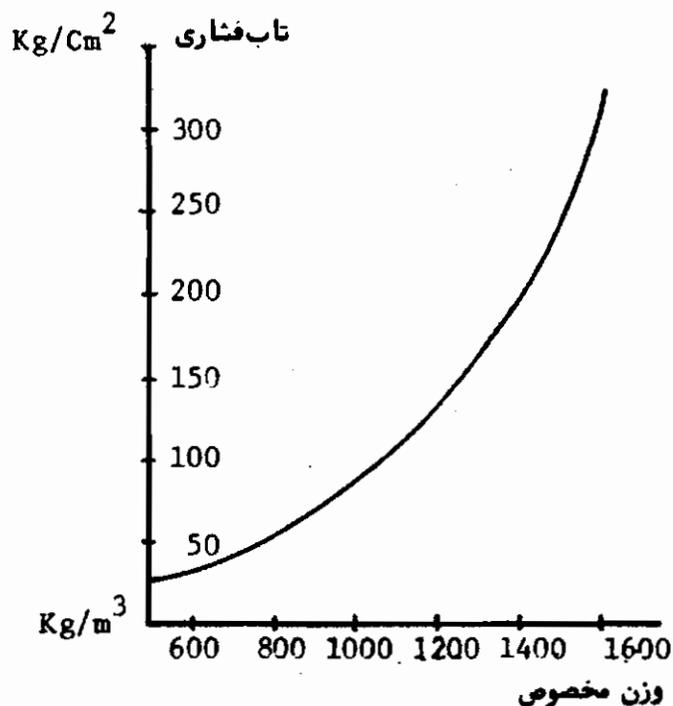
– نوع دوم، بلوک از بتن نیمه سبک است که وزن یک مترمکعب آن بین ۷۰۰-۱۴۰۰ کیلوگرم می‌باشد و به عنوان بلوک باربر و غیرباربر و در نمای ساختمان از آن استفاده می‌شود. این نوع بلوک دارای تاب فشاری متوسط بیشتر از ۷۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد.

۱. نگاه کنید به: استاندارد شماره ۷۰ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (در استانداردهای غربی

حداقل وزن مخصوص برای این نوع بلوک برابر با ۱۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب فرض شده است).

۲. نگاه کنید به: استاندارد شماره BS 1047, BS 882 انگلیسی

– نوع سوم، بلوک بتنی سبک است که وزن یک مترمکعب آن کمتر از ۷۰۰ کیلوگرم می باشد و به عنوان بلوک غیرباربر یا پرکننده مانند دیوارهای تقسیم و یا داخل قابهای نگهدارنده از آن استفاده می شود. جدول و نمودار زیر به انواع بلوکها از استاندارد انگلیسی اشاره دارد.



نمودار ۱. رابطه بین تاب فشاری و وزن مخصوص

جدول ۲. ویژگیهای انواع بلوکهای بتنی

انواع بلوک و ویژگیهای آن			
ویژگیها	وزن مخصوص	تاب فشاری ۲۸ روزه	ضریب مقاومت حرارتی
واحد	Kg/m ³	Kg/Cm ²	W/m ² C
متراکم و سنگین	۱۵۰۰ – ۲۱۰۰	۲۵۰	۰/۵۹ – ۱/۲۸
نیمه سبک	۷۰۰ – ۱۵۰۰	۱۰۵	۰/۲۱ – ۰/۴۴
سبک	۴۰۰ – ۹۰۰	۷۰	۰/۱۵ – ۰/۲۷

۱-۴-۲. شکل بلوکها

بلوکهای بتنی در شکل و اندازههای مختلفی برای استفاده در ساختمان ساخته می شوند. مانند بلوک راسته (Stretcher)، بلوک مخصوص گوشهها یا انتهای دیوار (Quoin)، بلوک مخصوص استفاده در ستونها

(Double Corner)، بلوک مخصوص دیوارهای جانبی بازشوها (Jamb)، بلوک گرد گوشه یا پخ (Bull Nose) و بلوک مخصوص تیرچه‌ها و کلافهای بتنی (Beam or lintle block)، که همه انواع آنها به صورت کامل و نیمه تولید می‌شوند. علاوه بر انواع فوق، بلوکها به صورت توپر، توخالی سبک و مخصوص نمای ساختمان تولید می‌شوند.

– بلوک توپر مانند آجر ساخته می‌شود، بجز مواردی که در سطوح جانبی و یا زیر و روی بلوک فرو رفتگیهای برای سهولت حمل و نقل و قفل و بست ایجاد می‌شود؛ حجم این حفره‌ها نباید از ۲۵ درصد کل حجم بلوک بیشتر باشد.

– بلوکهای توخالی دارای حفره‌های سرتاسری هستند، مانند بلوکهای دو سوراخه، سه سوراخه و غیره؛ فضاهای خالی نباید از ۵۰ درصد کل حجم بلوک بیشتر باشد.

– بلوکهای سبک از بتن سبک ساخته می‌شوند و انواع و مشخصات ظاهری آنها مشابه بلوکهای سنگین است.

– بلوکهای نما مشابه سایر بلوکها هستند با این تفاوت که یک طرف آنها دارای مشخصاتی است که در مقابل شرایط جوی مقاوم بوده، و طرح آن نیز برای نمای بنا مناسب است.

– انواع دیگر بلوکها مانند بلوکهای قالبگیری، بلوکهای خشکه چینی و یا بلوکهای گام و زبانه‌دار با قفل و بست مضاعف (مقاوم در مقابل زلزله) و غیره که به صورت خاص تولید می‌شوند.

(۳-۴) ابعاد و اندازه بلوکها

ابعاد و اندازه بلوکها با توجه به نحوه کاربرد، ضرورتهای تولید و شکل فیزیکی آنها تعیین می‌شود. وزن بلوک نیز با در نظر گرفتن متوسط توانایی جسمی یک فرد برای حمل و نقل بلوک محاسبه و توصیه می‌گردد. برای حمل بلوکهای سنگین با استفاده از دودست ۳۲ کیلوگرم و برای بلوکهای سبک با استفاده از یک دست حدود ۹ کیلوگرم در نظر گرفته می‌شود. ضرورتهای تولیدی از نظر اقتصادی و خط مکانیکی تولید با رعایت این توانایی به اضافه سرعت و راحتی بلوک چینی، میزان ملات‌گذاری، شکل ظاهری و ابعاد آن طراحی و تنظیم می‌شود. ابعاد بلوکهای توخالی و سنگین در استاندارد شماره ۷۰ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به صورتی که در صفحه بعد آمده (جدول ۳ و شکل ۴)، تعیین شده است.

استاندارد شماره ۷۰ ایران نسبتهای زیر را در تولید بلوک بتن توخالی ارائه داده است:

– سطح قسمتهای توخالی هر بلوک بیش از ۵۰ درصد سطح کل آن نباشد.

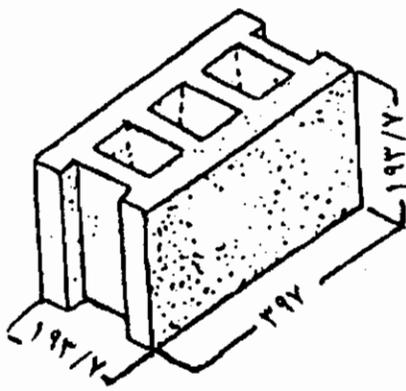
– ضخامت جداره‌های داخلی و خارجی در بلوکهای بزرگ و متوسط از ۴ سانتیمتر و در بلوکهای کوچک از

۳ سانتیمتر کمتر نباشد.

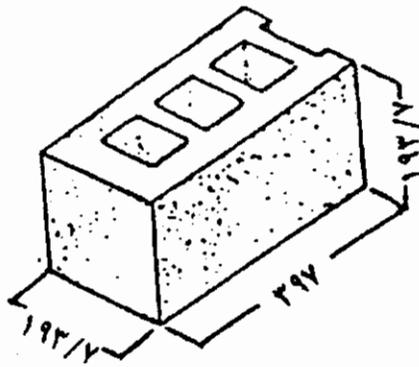
– و بالاخره مجموع اندازه قسمتهای خالی بلوک از $\frac{2}{3}$ طول در همان جهت بیشتر نباشد.

جدول ۳ *

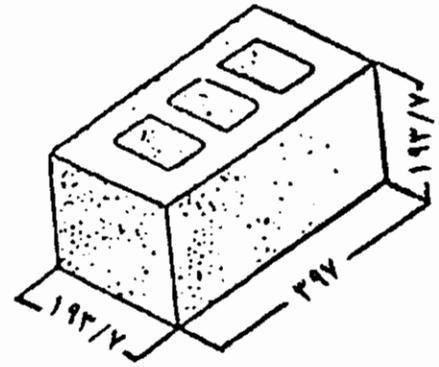
اندازه اسمی			اندازه حقیقی			نوع
طول	عرض	ارتفاع	طول	عرض	ارتفاع	
۴۰	۳۰	۲۰	۳۹	۳۰	۱۹	بزرگ
۴۰	۲۰	۲۰	۳۹	۲۰	۱۹	متوسط
۴۰	۱۰	۲۰	۳۹	۱۰	۱۹	کوچک



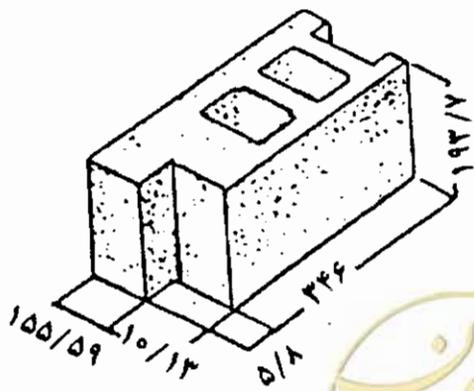
ش (۳)



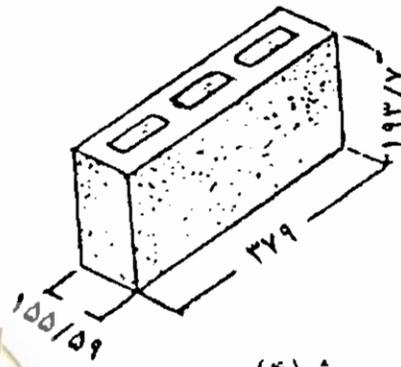
ش (۲)



ش (۱)



ش (۵)



ش (۴)



شکل ۴ *

* مأخذ: استاندارد شماره ۷۰ مؤسسه استاندارد ایران، صص ۴ و ۵. خطاها و ابهامات مربوط به اصل سند

- ارتفاع بلوک از طول آن بیشتر نباشد .
- ارتفاع از ۶ برابر ضخامت تجاوز نکند .
- تعداد سوراخها و ابعاد آنها در این استاندارد محدود نیست ، جز اینکه میزان مقاومت بلوک برای بلوکهای با وزن مخصوص حداقل ۱۵۰۰ کیلوگرم در مترمکعب ، حداقل ۷۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد .

۱-۵. مشخصات فنی بلوکهای بتنی

۱-۵-۱. تغییرات حجمی بلوک

اغلب مصالح بتنی بخصوص بلوک بتنی در مقابل تغییرات میزان رطوبت و همچنین درجه حرارت تغییر حجم می دهد . اگرچه این تغییرات به ظاهر کوچک هستند ولی باعث ایجاد ترک روی نازک کاریها و حتی بعضی مواقع صدمات سنگینتری به بنا می شود . و لازم است در طراحی جزئیات ساختمانی برای به حداقل رساندن این تغییرات و کنترل آنها پیش بینیهای ضروری انجام شود .

علاوه بر تغییرات حجمی ناشی از میزان رطوبت و درجه حرارت در تهیه بتن بلوک ، ممکن است از فعل و انفعالات شیمیایی داخل ترکیبات بتن نیز در هنگام عمل آوردن انقباض حجمی به وجود آید که شاید به تنهایی قابل چشمپوشی باشد ولی با اضافه شدن سایر نیروهای داخلی قابل توجه می شود . به طور خلاصه ، اگر بخواهیم کار بلوک چینی کاملاً صحیح و خوب اجرا شود ، باید علاوه بر دقت و کنترل جزء به جزء مراحل تولید و شیوه اجرا ، جزئیات ساختمانی متناسب با خصوصیات این نوع مصالح را نیز در نظر بگیریم . مطابق استاندارد شماره ۷۰ ایران ، رطوبت باقی مانده نباید بیش از حدود تعیین شده در جدول زیر باشد :

جدول ۴. رطوبت مجاز بلوک بتنی

وزن مخصوص به کیلوگرم در مترمکعب	درصد وزنی
بیشتر از ۱۴۰۰	۰/۰۲
کمتر از ۱۴۰۰	۰/۰۵

مطابق استاندارد شماره BS 2028, 1364 انگلیس ، حدود تغییرات حجمی قابل قبول برای انقباض (جمع شدگی) ناشی از خشکی (یا تقلیل میزان رطوبت) برای بلوکهای بتنی سنگین (بیشتر از ۱۵۰۰ کیلوگرم در متر مکعب) حداکثر ۰/۰۶ درصد می باشد . در مقابل انقباض ناشی از خشکی ، " انبساط ناشی از رطوبت " نیز وجود دارد که از نظر محاسباتی ارزش آنچنانی ندارد . همان طور که قبلاً اشاره شد ، تغییرات حجمی در بلوکهای بتنی با تغییرات درجه حرارت نیز همراه می شود . در این مورد معیار مشخصی به عنوان استاندارد تعیین نشده است مگر بررسی و کنترل در محل اجرای کار مطابق مشخصات فنی خاص .

منظور از مقاومت در اینجا تاب فشاری بلوک بتنی است که تعیین آن ، برآورد ظرفیتهای مقاومتی دیوارچینی را

در مقابل نیروهای وارده ممکن می‌کند، که نهایتاً به تأمین ایمنیهای لازم در بنا خواهد انجامید. استاندارد شماره ۷۰ مؤسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران، تاب فشاری متوسط برای بلوکهای بتنی را حداقل ۲۸۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در سطح پرتعیین کرده است. نشریه شماره ۵۵ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی برای بلوکهای غیر باربر تاب فشاری برابر ۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع* و در مورد بلوکهای باربر ۶۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع را ضروری دانسته است. استاندارد آمریکا (ASTM C129, C90/1952) حداقل تاب فشاری مجاز را برای بلوکهای غیر باربر ۲۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع* و برای بلوکهای باربر ۵۰ تا ۷۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته است. اخیراً استاندارد انگلیس (BS 6073/1981) با تغییرات کلی در روش خود، مقاومت بلوکها را در رابطه با تراکم بتن آنها به صورت زیر ارائه داده است:

جدول ۵

نوع مخلوط	وزن مخصوص بتن بدون احتساب فضای خالی	مقاومت ۲۸ روزه (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)
بتن تراکم و سنگین	۱۵۰۰-۲۱۰۰ Kg/m ³	۲۵۰
بتن نیمه سبک	۷۰۰-۱۵۰۰	۱۰۵
بتن سبک (عمل آمده در اتوکلاو)	۴۰۰-۹۰۰	۷۰

برای آزمایش تاب فشاری بلوکها روشهای مختلفی معمول است. استاندارد شماره ۷۰ ایران برای آزمایش تاب فشاری بلوکها انتخاب ۱۲ نمونه بلوک را ضروری دانسته است که هر نمونه باید حداقل دارای ۷۵ درصد مقاومت متوسط باشد. با اندازه‌گیری مقاومت این نمونه‌ها مطابق روش تعیین شده در استاندارد، متوسط تاب فشاری مشخص می‌شود. با توجه به استانداردهای ذکر شده، توصیه می‌شود که تاب فشاری بلوک بتنی قبل از استفاده در دیوار چینی مطابق استاندارد اندازه‌گیری شده و با در نظر گرفتن آن و با تأییدیه فنی لازم اقدام به دیوارچینی گردد.

۱-۳-۵. مقاومت در برابر حریق

بلوک بتنی به خاطر مواد اولیه خود از مقاومت بسیار خوبی در برابر آتش‌سوزی برخوردار است و میزان مقاومت آن در رابطه با عوامل زیر آزمایش و تعیین می‌شود:

- شکل فیزیکی ضخامت، توپر و یا تو خالی بودن بلوک (...
- بافت (تراکم و تخلخل) (...
- کیفیت ساخت، که مربوط است به نوع مصالح سنگی بتن، مانند سنگدانه‌های سبک از پوک کوره‌های آهن‌گدازی به عنوان مقاومترین در مقابل حریق، تا دانه‌های سنگین از انواع شن و ماسه.

به طور کلی ، بلوکهای بتنی از نظر مقاومت در برابر حریق به دو دسته " درجه ۱ " با سنگدانه سبک و " درجه ۲ " از سنگدانه سنگین تقسیم می شوند . در استانداردهای شناخته شده ، مقاومت بلوکها بر مبنای کلیه عوامل بالا تعیین می شوند ، که به دنبال آن مقاومت دیوار و ضخامت آن در ساختمان بر حسب ایمنی مورد نیاز تعیین و (با ضریب مقاومت بر حسب ساعت) پیشنهاد می شود . در کارهای ساختمانی کوچک معمولا " ضخامت بلوکچینی را میزان نیروهای وارده ، حرارت و سروصدا تعیین می کند . در صورت رعایت عوامل بالا خواهناخواه مقاومت در مقابل آتشسوزی تامین خواهد شد . به طور مثال ، استاندارد انگلستان برای یک دیوار بلوک بتنی با دانه بندی سبک به ضخامت ۱۰ سانتیمتر بدون اندود ، ۲ ساعت مقاومت تعیین کرده است ، که همین مقاومت در بلوک بتنی با دانه بندی سنگین و توخالی به ضخامت ۲۰ سانتیمتر حاصل می شود . البته در هر صورت باید توجه داشت که کیفیت ساخت بلوک و دیوارچینی تابع ضوابط و استانداردهای خاص خود می باشد .

به طور خلاصه ، بجز در ساختمانهای خاص که با خطرات جدی آتشسوزی مواجه هستند و نیاز به ۲ ساعت مقاومت زمانی و یا بیشتر دارند ، در بقیه موارد احتیاج به محاسبه و پیش بینی برای مقابله با حریق نیست . در زیر ، جدولی از مقررات بنیاد تحقیقات ساختمانی انگلستان^۱ برای مقاومت دیوارهای بلوک بتنی در برابر حریق ارائه می شود :

جدول ۶

حداقل ضخامت بدون احتساب اندود کاری به میلمتر					نوع پوشش	نوع بلوک
غیر برابر			بار برابر			
۱/۳ ساعت	۲ ساعت	۴ ساعت	۲ تا ۴ ساعت	۴ ساعت		
۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۰۰		بدون اندود	بلوک توخالی با یک حفره در ضخامت دیوار با دانه بندی سبک
۷۵	۱۰۰	۱۵۰	۱۰۰		با اندود گچی یا سیمانی	
۱۲۵	۱۵۰	۱۵۰			بدون اندود	بلوک توخالی با یک حفره در ضخامت دیوار با دانه بندی سنگین
۱۲۵	۱۵۰	۱۵۰			با اندود گچی یا سیمانی	
۷۵	۷۵	۱۵۰	۱۰۰	۱۵۰	بدون اندود	بلوک توپر با دانه بندی سبک
۷۵	۷۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	با اندود گچی یا سیمانی	
۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۰۰		بدون اندود	بلوک توپر با دانه بندی سنگین
۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۰۰		با اندود گچی یا سیمانی	
۱۰۰	۱۰۰	۱۷۰	۱۰۰	۲۰۰	بدون اندود	آجر بتنی
۱۰۰	۱۰۰	۱۷۰	۱۰۰	۲۰۰	با اندود گچی یا سیمانی	

۱-۵-۴. پایایی بلوک بتنی

بلوک بتنی به علت داشتن بتن، خواه ناخواه از دوام بسیار خوبی برخوردار است. در شرایط عادی از نظر آب و هوا و در صورتی که عایقکاری رطوبتی تامین شده، و پوششها، هوابندها و درپوشها نیز درست و بجا اجرا شده باشند، هیچگونه مسئله‌ای از نظر کاربرد بلوک بتنی و استفاده از عمر طولانی آن نخواهیم داشت. اما در آب و هوای آلوده (مانند مراکز صنعتی خاص که تولید آلودگی می‌کنند و یا مجموعه‌های ساختمانی اطراف این‌گونه آلوده‌کننده‌ها) یا در شرایط آب و هوایی بسیار متغیر و ناپایدار، حفاظت بلوکها باید متناسب با شرایط محیطی تأمین شود.

۱-۵-۴-۱. حفاظت نمای بلوک چینی در شرایط ناپایدار جوی - در شرایطی که تغییرات درجه حرارت و رطوبت به‌طور سریع و ناگهانی اتفاق می‌افتد، نمی‌توان نمای کار را بدون توجه به این عوامل در نظر گرفت. بلوک بتنی به علت مشخصات فنی خود اساساً "در مقابل یخبندان مقاوم است. ولی در شرایطی که، بلوک حاوی آب (از طریق باران و یا غیره...) در برابر سرمای شدید منجر به یخبندان قرار بگیرد، انبساط حجمی آب داخل بلوک به دوام و مقاومت آن آسیب خواهد زد. برای مقابله با این مشکل، سه روش متداول است که هر کدام عملکرد دفاعی خاص خود را دارند:

الف) بالا بردن وزن مخصوص بتن یا در صورت نیاز، افزایش مقاومت و وزن مخصوص هردو، تا حد تأمین دوام مورد نیاز. استاندارد انگلیس (BS 2028, 1364/1968) متوسط تاب فشاری را برای بلوک بتنی نما با هر مقدار وزن مخصوص (حداقل ۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب) بسته به شرایط، حداکثر ۷۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع تعیین کرده است.

ب) استفاده از اندودها و روکشها برای حفاظت نما. برای تأمین پایایی از این طریق، مطابق استاندارد شماره ۳۰۵ موهسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران، اندود سیمان به ضخامت حداقل یک سانتیمتر روی بافت نسبتاً "خشن بلوک بتنی نما مجاز می‌باشد. سایر روکشها نیز مطابق با جزئیات خاص خود نصب و اجرا می‌شوند.

ج) محافظت از طریق ایجاد سرپناه و پیش‌آمدگی در نما. این نوع حفاظت صرفاً مربوط است به شیوه معماری بنا که مطابق با شرایط اقلیمی و عملکرد بنا از طریق طراح پیشنهاد می‌شود.

۱-۵-۴-۲. یکی دیگر از مسائل پایایی، مربوط است به بلوک چینی در داخل خاک زیر عایقکاری به‌عنوان کرسی یا شالوده دیوارها. در این شرایط، علاوه بر امکان یخ‌زدن و حمله مواد شیمیایی مضر، بار وارده نیز در بیشترین حد خود می‌باشد. برای این‌گونه بلوکها، مشخصات فنی خاص مطابق با شرایط خاک و بنا لازم است. استاندارد انگلیس (BS 2028, 1364/1968) از سه نوع بلوکهای استاندارد شده، دو نوع را با حداقل ۷۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع متوسط تاب فشاری توصیه کرده است و در شرایط سخت، بلوکهایی را که وزن مخصوص آنها از ۱۵۰۰ کیلوگرم در متر مکعب بیشتر است و توسط پرسهای هیدرولیکی متراکم شده‌اند، توصیه می‌کند. مانند بلوکهای مخصوص محوطه‌سازی که از پایایی بسیار خوبی در برابر رطوبت، فشار و یخبندان برخوردار است.

۱-۵-۴-۳. سومین مشکل در ارتباط با پایایی بلوک، آسیب‌پذیری به واسطه مواد شیمیایی است که در محیطهای

خاص مانند مراکز صنعتی، یا محتمل، به‌طوری‌که با مناطق پست، مرآد که خاک و یا آب آنها

دارای مواد شیمیایی از قبیل سولفات‌ها و یا سایر مواد مضر برای بتن می‌باشد. در این شرایط، مواد آلوده‌کننده شناسایی شده و بسته به مورد محافظت لازم به عمل خواهد آمد.

استفاده از سیمانهای ضد سولفات، بالا بردن مقاومت و چگالی و یا استفاده از اندودها و سایر روکشها و بالاخره انواع دیگر مقاوم‌کننده‌های فیزیکی و شیمیایی روشهایی هستند که برای مقابله به کار می‌روند. آنچه در این شرایط بسیار ضروری است، اول شناسایی محیط و چگونگی مواد شیمیایی و سپس انتخاب روش تدافعی متناسب با آن می‌باشد.

۱-۵-۵. عایق حرارتی و صوتی بلوکهای بتنی

۱-۵-۵-۱. عایق حرارتی - بالا رفتن مخارج گرمایش و سرمایش ساختمانها و همچنین الزام رعایت استانداردهای مربوطه، طراحان را وادار به شناخت بهتر خصوصیات مصالح ساختمانی می‌کند، تا از این طریق بتوانند ضمن صرفه‌جوییهای لازم، بیشترین بهره را از کاربرد مصالح ببرند. میزان عایق حرارتی با مشخص شدن موارد زیر تعیین می‌شود:

۱) ضریب هدایت حرارتی * $K = \frac{W}{m \text{ deg } C}$ Thermal Conductivity

۲) ضریب مقاومت حرارتی * $R = m \text{ deg } \frac{C}{W}$ Thermal Resistivity

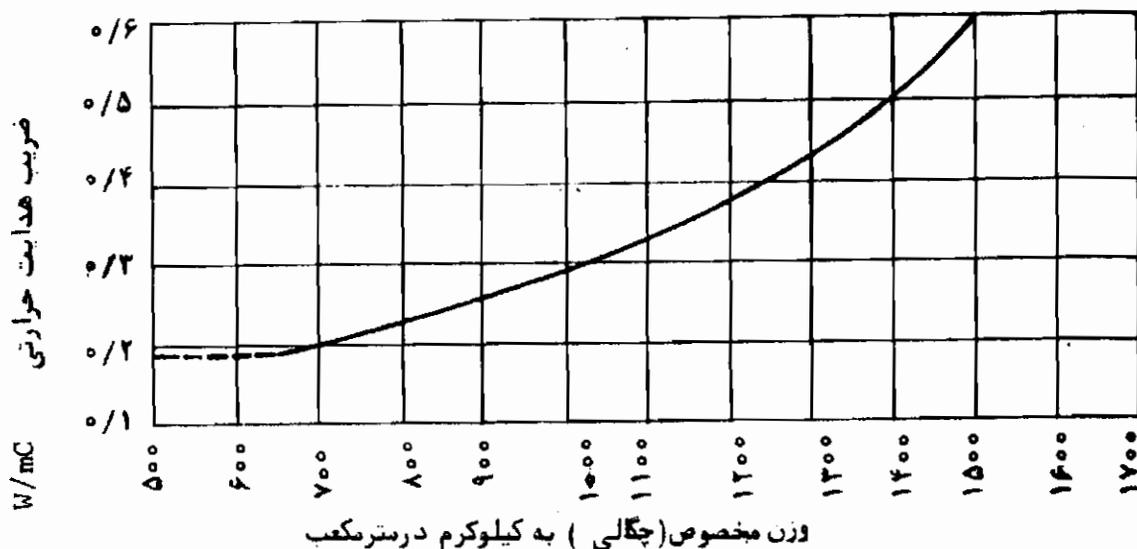
۳) ضریب انتقال حرارت Thermal Transmission U

ضریب انتقال حرارتی خصوصیتی است کلی، مربوط به ضخامت و میزان جذب و دفع حرارت در مجموعه قشرهای یک دیوار با در نظر گرفتن اندازه رطوبت، سرعت باد و شکل فیزیکی نما، ضریب انتقال حرارت در شرایط و مناطق مختلف فرق می‌کند. کلیه ضرایب باید متناسب با شیوه تولید و شرایط مکانی تعیین شوند و برای بالا بردن کیفیت کلی کار، جزو ضوابط ساختمانی قرار بگیرند. با در نظر گرفتن آزمایشها و ضرایب تعیین شده، وزن مخصوص بلوک بتنی با میزان عایق حرارتی آن نسبت معکوس دارد؛ به عبارت دیگر، هر چه بلوک سبکتر باشد، از نظر مقاومت حرارتی مناسبتر است.

نمودار شماره ۲ از مقررات BRE انگلستان در سال ۱۹۷۶، بیانگر واقعیت فوق می‌باشد. امکاناتی که در بلوکهای بتنی برای تقلیل چگالی وجود دارد، این مصالح را به‌طور مشخص جزو بهترین مصالح از نظر عایق حرارتی قرار داده است.

میزان عایق حرارتی در بلوک بتنی از دو طریق تأمین می‌شود: یکم - از طریق انتخاب نوع مصالح سنگی سبک یا سنگین و وزن مخصوص آن؛ و دوم - از طریق ایجاد حفره و فضاهای خالی در داخل بلوک. در هر صورت، ضریب مقاومت حرارتی با میزان تاب فشاری بلوک رابطه معکوس پیدا می‌کند. از این نظر، تولید بلوک بتنی با تراکم ثابت در مقاومتهای فشاری مختلف (یا برعکس، با مقاومتهای فشاری ثابت و تراکم مختلف) ضروری و کارساز خواهد بود زیرا طراح خواهد توانست، متناسب با مشخصات مورد نیاز بنا و با آگاهی کامل به این انواع،

مناسبتترین نوع را انتخاب کرده، و اجرا کند.



نمودار ۰۲. منحنی زاكوب

۱-۵-۲. عایق صوتی - برای آرامش و تنظیم آکوستیک فضای زیست، تعیین ضرایب عایق‌بندی صدادرانواع مصالح ساختمانی و میزان و معیار سروصدای مجاز در داخل هرفضا ضروری است. انجام محاسبات آکوستیک، به استانداردها و معیارهای مشخص نیاز دارد که لازم است در فرصتهای مناسب تهیه شده و به جامعه فنی ارائه شود. امواج صوتی در برخورد با سطح مصالح به سه شکل زیر عمل می‌کند:

۱) انعکاس - هرچه سطح برخورد، صاف و صیقلی و نیز سخت و متراکم باشد، میزان انعکاس بیشتر خواهد بود. از این خصیصه به عنوان مانع مستقیم برای جلوگیری از عبور سر و صدا از خارج به داخل استفاده می‌شود. میزان انعکاس از سه طریق زیر افزایش می‌یابد:

- الف) اندود کردن سمت خارج دیوار و ایجاد سطح صیقلی
- ب) بالا بردن میزان تراکم دیوار، به خصوص قشر خارجی آن
- ج) هوابندی و مسدود کردن کامل منافذ بنا

۲) جذب صوت - در این حالت، نمای دیواری که با شرایط ذکر شده در حالت قبل تفاوت دارد هرچه متخلخل، نرم و دارای تراکم کمتر باشد میزان جذب آن بیشتر خواهد بود. از این روش برای کنترل صدا در داخل اطاق استفاده می‌شود. مانند نمای داخلی کلاسهای درس، سالنهای نمایش و تمرین با آلات و ادوات صوتی و غیره... در هر حال، میزان جذب صدا از طریق یافت اسفنجی نما افزایش خواهد یافت و در این مورد، استفاده از بلوکهای سبک بتنی در صورت امکان، بهترین نتیجه را خواهد داشت.

۳) انتقال - بخش سوم از امواج صوتی (بخشی که نه منعکس و نه جذب شده باشد) در برخورد با سطح مانع به طرف دیگر دیوار عبور می‌کند. در این حالت، علاوه بر اینکه صدا از طریق مصالح مستقیماً عبور می‌کند، عدم رعایت اصول هوابندی و جزئیات اجرایی مناسب نیز انتقال آن را تشدید می‌نماید. همچنین، باید توجه

داشت که وجود راههای ارتباط مستقیم فضایی نظیر درها، پنجره‌ها و روزنه‌های مختلف بدون طراحی درست و دقیق، عامل اصلی انتقال صوت محسوب خواهد شد. در جدول زیر از PCA^۱ آمریکا، رابطه بین افت صوتی در انتقال مستقیم از دیوار و سروصدای باقی مانده در سمت مقابل نشان داده شده است.

جدول ۷ .

نوع	میزان سروصدا در سمت مقابل دیوار	افت صوتی به‌دلیل
ضعیف	صحبت معمولی به راحتی قابل فهم است . (مستقیماً از طریق دیوار)	۳۰ یا کمتر
متوسط	صحبت بلند کاملاً قابل فهم است . صحبت معمولی شنیده می‌شود، اما نامبراحتی	۲۵ تا ۳۰
خوب	صحبت بلند قابل فهم است، اما نامبراحتی صحبت معمولی به سختی شنیده می‌شود .	۲۰ تا ۲۵
خیلی خوب	صحبت بلند شنیده می‌شود اما قابل فهم نیست . صحبت معمولی شنیده نمی‌شود .	۲۵ تا ۳۰
عالی	صحبت خیلی بلند مانند داد زدن، آواز خواندن، تمرین با آلات موسیقی و رادیو با بلندترین حد ممکن به سختی شنیده می‌شود و یا اصلاً شنیده نمی‌شود .	۴۵ و بیشتر

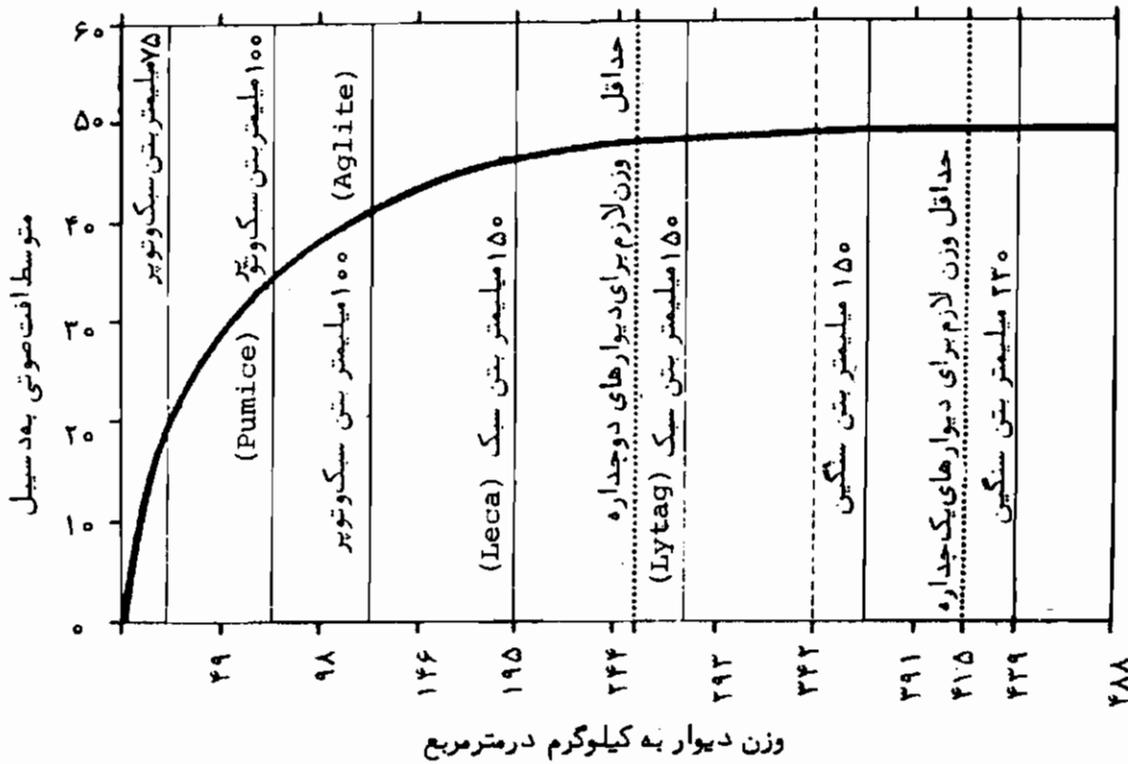
با در نظر گرفتن شرح بالا، میزان عایق صوتی (که مجموعه‌ای از انعکاس و جذب است) در دیوارهای بلوک‌بتنی به عوامل زیر مربوط می‌شود:

۱) وزن مخصوص (جگالی) - وزن مخصوص بتن با میزان عایق صوتی رابطه مستقیم دارد و متناسب با نیاز مقاومتی و آکوستیکی قابل تغییر است. مقررات ساختمانی انگلستان حداقل وزن در واحد سطح^۲ را برای دیوارهای یک جداره بلوک بتنی ۴۱۵ کیلوگرم در مترمربع، و برای دیوارهای دو جداره ۲۵۴ کیلوگرم در مترمربع پیشنهاد

۱. نگاه کنید به: Portland Cement ASSO Concrete Masonry Handbook

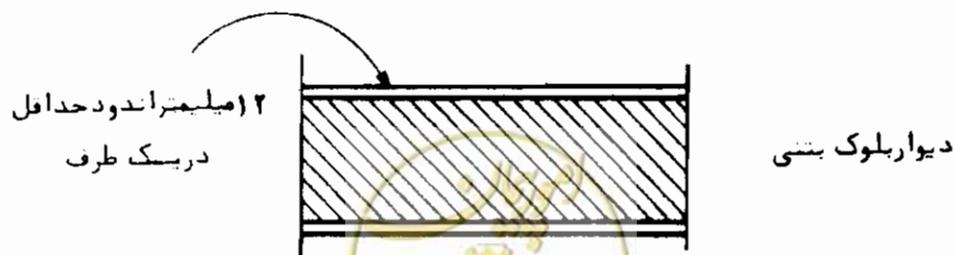
۲. در محاسبات آکوستیک، به خصوص در مورد دیوارهای یک جداره، به جای ضخامت دیوار از وزن در واحد سطح استفاده شده است.

می‌کند^۱. عطف به ظرفیت مقاومت بلوک بتنی از نظر باربری، در اغلب موارد ضخامت کلی دیوارها و جداکننده‌ها در ساختمانهای بلوک بتنی، از طریق محاسبات عایق حرارتی و صوتی تعیین می‌شود. در نمودار زیر^۲ رابطه بین وزن در واحد سطح دیوار با افت صوت به دلیل نشان داده شده است.



نمودار ۳

۲) هوابندی - هوابندی و درزبندی دیوارهای بلوک بتنی عمدتاً "از طریق اندودکاری تأمین می‌شود. پیشنهاد می‌شود حداقل در یک طرف دیوار اندود کامل به ضخامت ۱۲ میلی‌متر مطابق مشخصات فنی انجام شود.



شکل ۵

۱. نگاه کنید به: Gode of basic data for the design of buildings, CP3, BRE

۲. نگاه کنید به:

۳) یکسان بودن ضخامت و کیفیت اجرایی - در دیوارهای بلوک بتنی لازم است از بلوکهای "کاملاً" یکسان از نظر مشخصات فنی و ابعاد استفاده شود و کیفیت اجرای کار از نظر ملات گذاری، اتصالات و درزها، با مقاومت بلوک هماهنگی داشته باشد، زیرا از نظر محاسبات آکوستیک، مبنای کار، ضعیفترین نقطه دیوار خواهد بود.

۴) ایستایی و استحکام بلوک چینی - دیوار بلوک بتنی باید از نظر استحکام مانع انتقال ارتعاشهای صوتی به داخل باشد. لازم است علاوه بر استحکام دیوار، در طراحی و اجرای نازک کاری، تجهیزات روی دیوار، اتصالات و جزئیات ساختمانی بسیار دقت شود تا در شرایط خاص، ارتعاشهای ایجاد شده در "محل‌های از قبل تعیین شده" جذب شود.

۵) دیوارهای مرکب - برای بالا بردن کیفیت جذب صدا و ارتعاش، بهتر است از دیوارهای دو جداره استفاده شود. در صورت ناممکن بودن این کار با در نظر گرفتن اینکه بلوک بتنی توخالی به سهم خود مقدار زیادی در جذب صدا مؤثر خواهد بود و در صورت امکان، لازم است قشرهای مختلف نازک کاری (از انواع اندودها و پوششها تا رنگ آمیزی) به طرفین بلوک چینی اضافه شود تا با شکسته شدن امواج صوتی در مصالح مختلف، بهره بهتری از نظر آکوستیک گرفته شود.

۶) نمای بلوک چینی - بافت خارجی بلوک چینی در میزان جذب و انعکاس صوت تأثیر مستقیم دارد، به نحوی که بلوک چینی نمایان ۱۸ تا ۶۸ درصد از امواج صوتی را در برخورد اول جذب می‌کند، که این اختلاف ناشی از نوع بافت آن است. در صورتی که نما از اندود سخت پوشانده و کاملاً "صیقلی" شود، میزان جذب تا ۴ درصد (یعنی، تا حدشیشه) کاهش می‌یابد، و در عوض، میزان انعکاس به همان نسبت بالا می‌رود. این خصوصیت، متناسب با نیاز انتخاب و اجرا می‌شود.

۷) کنترل و نظارت بر اجرای عملیات ساختمانی - اجرای صحیح جزئیات ساختمانی، نصب تجهیزات، و رعایت اصول مربوط به هوابندی و آب‌بندی در جزئیات و نازک کاری و رنگ آمیزی، همه در کاهش سروصدا تأثیر مستقیم دارند؛ موارد زیر از آن جمله است:

- کنترل میزان رطوبت و تا حد امکان ممانعت از نفوذ آن به سطح دیوار. (از نظر آکوستیک، اضافه شدن رطوبت به معنی بالا رفتن وزن مخصوص و در نتیجه، تأثیر مستقیم در سیستم صدابندی است.)

- شیوه رنگ آمیزی و انتخاب روش مناسب - رنگ آمیزی با قلم مو یا رنگپاش (اسپری) روی بلوک بتنی و حتی نوع رنگ (روغنی یا سیمانی)، از نظر عایق‌بندی صوتی کاملاً "با هم تفاوت خواهند داشت؛ رنگ روغنی با قلم مو قشری مقاوم و منعکس کننده ایجاد می‌کند، و برعکس، رنگ سیمانی با رنگپاش جاذب صوت خواهد بود.

- میزان آب بتن و وزن مخصوص آن در هنگام قالبگیری و نوع دانه‌بندی مصالح سنگی، بلوکهای متفاوتی از لحاظ آکوستیک به وجود خواهد آورد.

- کنترل محل بستها و اتصالات ساختمانی و همچنین کنترل و تنظیم دقیق درها و پنجره‌ها و سایر عوامل ارتباطی، کیفیت کار را به نحو چشمگیری بالا خواهد برد.

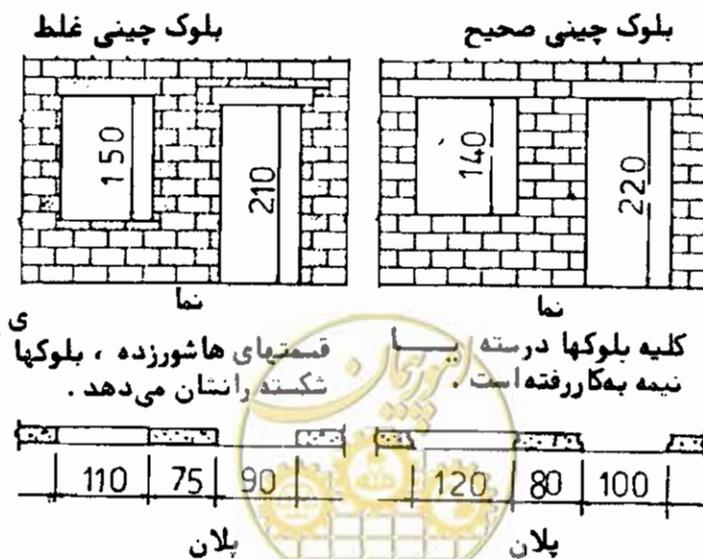
- دقت در نحوه ملات‌گذاری و بندکشی ، اجرای درست درزهای انبساطی و پر کردن کامل آنها با مصالح تعیین شده باعث بالا رفتن کیفیت کار می شود .
- ادامه دیوارهای داخلی غیرباربر تا زیر سقف اصلی و مهر شدن کامل آنها با سقف اصلی ، میزان عایق بودن صوتی بنا را بهتر خواهد کرد .
- کنترل و حفاظت محل عبور کانالها و عبور لوله‌ها و سیمهای برق نیز در کیفیت کار مؤثر است .



۲. طراحی و ساختمان دیوارهای بلوک بتنی

۱-۲. سیستم مدولار

طراحی در ساختمانهای بلوک بتنی باید به گونه‌ای باشد که، علاوه بر رعایت اصول فنی ساختمان و تأمین فضای مورد نظر، مسائل اقتصادی و ضرورت‌های تولید را نیز مدنظر قرار دهد. توصیه می‌شود که ابعاد بلوک در ابتدای طراحی تعیین شده، و به عنوان مدول ثابت برای ترسیم نقشه‌ها در نظر گرفته شود؛ از برشهای اضافی و یا اندازه کردن در سرکار باید جلوگیری شده و بلوکها تا حد امکان درسته و سالم مصرف شوند. یا آدوری می‌شود که استفاده از طراحی مدولار در سطوح افقی و قائم بنا بهترین بهره را در رابطه با اهداف بالا تأمین خواهد کرد. مطابقت کلیه اندازه‌ها، مانند ابعاد دیوارها، بازوها و فواصل بین آنها، قرارگیری دیوارها و ابعاد کلی نقشه‌ها با مدول پایه علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف مصالح، در سرعت و سهولت کار و همچنین بازده آن نیز به نحو مطلوبی مؤثر خواهد بود. نمای بلوک چینی نیز با رعایت اصول فوق بسیار منظم و زیبا خواهد شد، به نحوی که با بندکشی مناسب می‌توان آن را به صورت کاملاً "نمایان عرضه کرد.



"بلوک ۴۰×۲۰×۲۰ به‌عنوان بلوک پایه انتخاب شده است."

در سیستم مدولار، برآورد مصالح و حجم عملیات ساختمانی نیز راحت تر انجام می شود. به طوری که در جدول زیر مشاهده می شود، اقلام کار حتی به صورت ضریب مشخص تعیین خواهد شد. در جدول ۲، وزن و مقدار مصالح مصرفی در دیوارهای بلوک بتنی (از بلوکهای مورد تأیید مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران) برای سیستم مدولار برآورد شده است.

جدول ۲

ابعاد حقیقی (طول - عرض - ارتفاع) بلوک بتنی (سانتیمتر)	ضخامت دیوار (سانتی - متر)	تعداد بلوک (عدد)	وزن متوسط دیوار		مقدار ملات (مترمکعب)	برای ۱۰۰ بلوک بتنی
			بلوک سنگین* (کیلوگرم)	بلوک سبک* (کیلوگرم)		
۳۹×۲۰×۱۹	۲۰	۱۲/۵	۳۴۰	۱۴۰	۰/۰۱۸	۰/۱۴۵
۳۹×۱۰×۱۹	۱۰	۱۲/۵	۱۷۰	۷۰	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷
۳۹×۳۰×۱۹	۳۰	۱۲/۵	۵۰۵	۲۰۵	۰/۰۲۵	۰/۲

* وزن مخصوص بلوک سنگین ۱۵۰۰ کیلوگرم در مترمکعب، بلوک سبک ۵۰۰ کیلوگرم در مترمکعب و ملات ۲۲۰۰ کیلوگرم در مترمکعب فرض شده است.

** با در نظر گرفتن ۱۰ درصد اضافه (اتلاف کار) از فرمول $W(N) + 2200(M)$ محاسبه شده است که در آن، W وزن واحد بلوک، N تعداد بلوک مصرفی در مترمربع و M حجم ملات بر مترمکعب در مترمربع دیوار است.

توضیح: در جدول، ضخامت ملات و بند ۱۰ میلیمتر در نظر گرفته شده است.

۲-۲. ملاتها

۲-۱. خواص ملاتها

ملاتها، بسته به نوع ساختمان، نوع مصالح بنایی، شرایط جوی و کم و کیف عملیات ساختمانی، انتخاب شده و به کار برده می شوند. به طور کلی، ملات برای حداکثر بازدهی خود باید دارای خواص زیر باشد:

– از نظر کاربرد دارای قابلیت خوبی باشد، به نحوی که به راحتی پخش شود و زیر مالملفزندگی کافی برای جابه جایی داشته باشد.

– دارای زمان گیرش مناسب باشد.

– مقاومت مورد نیاز را تأمین کند.

– دارای چسبندگی خوب به مصالح باشد.

– پایا باشد.

– تا آنجا که ممکن است، از مصالح محلی و در دسترس ساخته شود.



از خواص عمده ملات‌ها (ردیف‌های ۱ و ۲) در واقع کارایی و قابلیت نگهداری آب است که برای ایجاد حداکثر چسبندگی ضروری است. کارایی خوب علاوه بر ازدیاد سطح چسبندگی با سطح اتصال، آب بنسندی و هوابندی دیوارها را به‌طور کامل میسر می‌سازد. قابلیت خوب برای نگهداری آب، زمان لازم را برای گرفتن (عمل آمدن) ملات فراهم می‌کند. در مورد مصالح بنایی با قدرت جذب زیاد آب (مانند آجر و غیره...)، حداکثر کارایی و حداکثر قابلیت نگهداری آب برای تأمین مقاومت فشاری و مقاومت چسبندگی ضروری است. البته، اوضاع جوی در موقع اجرای کار باید در نظر گرفته شود؛ به‌طور مثال، ملات، در تابستان، نسبت به زمستان، به قابلیت زیادتری برای نگهداری آب نیاز دارد تا از زود تبخیر شدن آب جلوگیری شود. برعکس، در زمستان بهتر است ملات قابلیت کمتری برای نگهداری آب داشته باشد تا مانع یخزدگی آب ملات بشود. اغلب، به دلیل اشتباهی که در مقایسه مقاومت فشاری ملات با مقاومت فشاری بتن می‌شود، مقاومترین ملات را بهترین فرض می‌کنند، در صورتی که میزان چسبندگی ملات اهمیت بیشتری دارد. در مقایسه، حتی مقاومت فشاری ملات نباید بیشتر از مقاومت فشاری بلوک‌بتنی باشد. در دیوار چینی با بلوک‌های بتنی از ملات‌های ضعیفتر استفاده می‌شود تا ضمن تأمین مقاومت لازم، بتواند ترک‌های ناشی از تغییرات حجمی بلوک را نیز کنترل کرده، و در خود جذب کند تا آسیبی به دیوار وارد نشود.

۳-۳-۲. انواع ملات‌ها

۳-۳-۲-۱. ملات ماسه سیمان

با اینکه ملات‌های ماسه^۱ سیمان^۲ دارای مقاومت فشاری بسیار خوبی هستند، ولی فاقد خاصیت شکل‌پذیری و چسبندگی متناسب با کار دیوارچینی می‌باشند. این فقدان ناشی از زمان کوتاه گیرش، به علت قابلیت ضعیف نگهداری آب و همچنین ضعف کارایی ملات می‌باشد. به‌هرحال، در مواردی که این نوع ملات به‌کار می‌رود، اولاً "باید ملات به اندازه مصرف تهیه شود و از به‌کار بردن ملات‌هایی که بیش از یک ساعت از ساختن آن گذشته باشد، خودداری شود، و ثانیاً" توصیه می‌شود تا حد امکان ملات ماسه سیمان یا مخلوط‌کننده‌های خودکار ساخته شود؛ در غیر این صورت، باید در مورد محل تهیه ملات و شیوه مخلوط کردن و اضافه کردن آب دقت زیادی بشود^۳. در جدول ۳، مقدار مصالح مورد نیاز برای تهیه یک متر مکعب ملات، همراه با مقاومت فشاری و وزن مخصوص ملات نشان داده شده است.

۳-۳-۲-۲. ملات باتارد (حرامزاده)

با اضافه کردن آهک^۴ به ملات ماسه سیمان ملات با تارد به وجود می‌آید. آهک از مصالح سنتی است که دارای خاصیت شکل‌پذیری و قابلیت بسیار خوب برای نگهداری آب بوده، و دیرگیر است ولی، در مقایسه با ملات ماسه

۱. مشخصات ماسه مطابق استاندارد شماره ۲۹۹ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تعیین می‌شود؛

نیز نگاه کنید به: نشریه شماره ۱۰۱ مشخصات فنی و عمومی راه دفتر تحقیقات و معیارهای فنی.

۲. نوع سیمان مطابق استاندارد شماره ۳۸۹ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تعیین می‌شود؛ نیز نگاه کنید به: فصل اول همین نشریه.

۳. مطابق جزئیاتی که در تهیه مخلوط بتن در فصل اول این نشریه شرح داده شده است.

۴. پودر آهک شکفته یا آهک هیدراته خشک. برای اطلاعات بیشتر، نگاه کنید به: نشریه‌های شماره ۵۵ و ۱۰۱ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی و استاندارد شماره ۲۷۰ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

سیمان، مقاومت کمتری دارد. مقاومت چسبندگی ملات باتارد در اثر عدم جذب سریع توسط بلوکهای سنی به نحو بهتری تأمین می‌شود. مشروط به اینکه مقدار آب ملات نیز با مناسبترین قابلیت کاربرد سازگار باشد. به‌طور خلاصه، آهک کارایی ملات ماسه سیمان را در بنایی به نحو موثرتری بالا می‌برد.

ملات باتارد باید حداکثر در مدت ۲/۵ ساعت (اگر درجه حرارت محیط بالاتر از ۲۷ درجه سانتیگراد باشد) و ۳/۵ ساعت (اگر درجه حرارت محیط زیر ۲۷ درجه سانتیگراد باشد)، مصرف شود. نگهداری ملات بیش از این مدت جایز نیست.

۲-۲-۲-۲. ملات ماسه آهک:

ملات ماسه آهک از ماسه خاکی (ماسه‌گفی)، بودر آهک شکفته و آب ساخته می‌شود. در این ملات آهک به‌عنوان تنها ماده چسبنده زمان سخت شدن را بیش از اندازه لازم طولانی می‌کند. به همین علت در حال حاضر به علت نیاز سازندگان به سرعت عمل بیشتر، ملات ماسه آهک کمتر در دیوار چینی مصرف دارد. در جدول ۳ مقدار مصالح مورد نیاز برای تهیه یک متر مکعب ملات همراه با مقاومت فشاری و وزن مخصوص ملات ارائه شده است.

۲-۲-۲-۲. ماده خمیری کننده ملات^۱ (نوع حباب ساز)

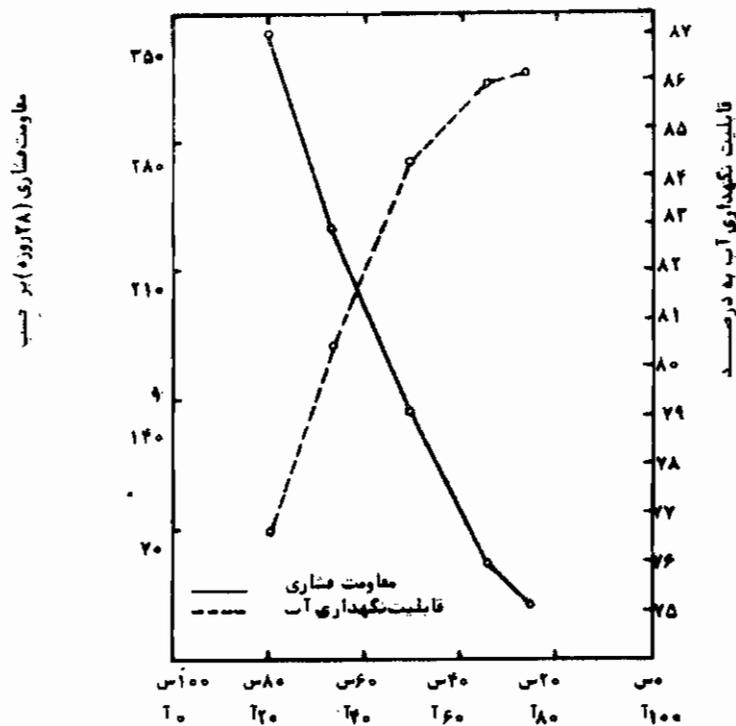
خمیری کننده ملات ماده شیمیایی است که در کشورهای صنعتی به‌شرفته رایج می‌باشد و تا حدودی جانشین آهک در ملاتهای سیمانی شده است. این ماده به علت ایجاد حبابهای بسیار ریز هوا در داخل ملات، امکان کاربرد مناطق سردسیر و یخبندان را نیز فراهم می‌کند. به نحوی که با وجود این حبابها، حرکات انبساطی بلوکهای بتنی راحت‌تر جذب و تحمل می‌شود. این ملات از نظر وزن مخصوص نیز به علت شکل اسفنجی خود سبکتر از ملات ماسه سیمان است.

باتوجه به آنچه گفته شد، شرح انواع ملاتها و خصوصیتهای عمده ذکر شده، به صورت زیر خلاصه می‌شود:

ملات ماسه سیمان با عیار بالا که دارای مقاومت فشاری زیاد ولی قابلیت کم نگهداری آب است، کارایی متناسبی در کارهای بنایی نخواهد داشت. دیوارچینی با این نوع ملات، علاوه بر آنکه در اجرا به سرعت عمل و مراقبت زیاد نیاز دارد، از نظر نفوذ آب و حرارت نیز آسیب پذیر است. برعکس، دیوارچینی با ملات آهکی به علت قابلیت زیاد نگهداری آب و کارایی بسیار خوب، در مقابل نفوذ آب و حرارت دارای مقاومت بهتری است. ضمن اینکه همین ملات مقاومت فشاری کمتری را متحمل خواهد شد.

بدین ترتیب، بین دو حد ترکیبهای مختلف سیمان و آهک در ملات، خواص گوناگونی ظاهر می‌شود که مناسبترین آنها برای کارهای بنایی محل تلاقی خصوصیتهای عمده آنها می‌باشد (نمودار ۱).

جدول ۳ نیز که از مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (نشریه شماره ۵۵) دفتر تحقیقات و معیارهای فنی استخراج شده است، نسبت اختلاط و مقاومتها را ارائه می‌دهد.



نسبت سیمان به آب نسبت آهک T درمالات
(س ۱) : ۳ : ۱ (بر حسب حجم)

نمودار ۱. رابطه ترکیب ملات، مقاومت فشاری و قابلیت نگهداری آب

مأخذ: این نمودار عیناً از مقاله "ملات بنایی" نشر مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ترجمه آقای مهندس حسن تابش، تاریخ ۱۳۵۸، نقل شده است. اصل مدرک A179-CSA (Canadian Standard ASSO) می باشد.

جدول ۳. نسبت اختلاط، مقاومت فشاری و وزن مخصوص ملاتها

نوع ملات	ماسه رنده نازک نمره ۴ (۴/۷۶) میلی متر		سیمان پرتلند نوع (۱)	پودر آهک شگفته	مقاومت ۲۸ روزه	وزن مخصوص
	شسته	کفی (خاکداری)				
واحد	مترمکعب	مترمکعب	کیلوگرم	کیلوگرم	لیتر	بر مترمکعب
ملات ماسه سیمان ۱:۴	۰/۹۹	-	۲۸۵	-	۱۶۱	۱۳۷ تا ۱۳۹
ملات ماسه سیمان ۱:۵	۱/۰۰	-	۲۲۷	-	۲۶۵	۷۵ تا ۸۷
ملات ماسه سیمان ۱:۱	۱/۰۳۳	-	۱۹۸	-	۲۵۶	۴۳ تا ۴۵
ملات باتارد ۱:۲:۸	۰/۹۱	-	۱۳۱	۱۳۱	۲۸۰	۲۰ تا ۳۸
ملات باتارد ۱:۲:۱۰	۰/۹۶	-	۱۱۰	۱۱۰	۲۷۵	۱۴ تا ۲۱
ملات ماسه آهک ۱:۳	-	۰/۹	-	۱۷۴	۲۹۰	۱/۶ تا ۱/۸

مأخذ: مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (نشریه شماره ۵۵) دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

۲-۳. انقباض و انبساط^۱ دیوارهای بلوک بتنی

۲-۳-۱. تغییرات حجمی در رابطه با عامل رطوبت

تغییرات حجمی در دیوارهای بلوک بتنی از تغییر میزان رطوبت بتن حاصل می‌شود. این تغییرات باعث ترک‌هایی روی نمای دیوار می‌گردد. ترک‌های ایجاد شده، بجز در موارد خاص که ایستایی دیوار را تهدید می‌کند، در اغلب موارد آسیبهای سطحی به دیوار می‌زنند که صرفاً "محدود به نماسازی دیوار می‌شود. لازم است در طراحی و اجرای دیوار در مرحله اول تغییرات حجمی بلوک بتنی به حداقل رسانده شود؛ در مرحله بعد، به نحو مناسبی مقاومت لازم در مقابل نیروهای وارده تأمین شده، و در صورت لزوم ترک‌ها به محل‌های مورد نظر هدایت گردد.

الف) برای به حداقل رساندن تغییرات حجمی بتن (بلوک بتنی) باید به موارد زیر توجه شود:

- خصوصیات فیزیکی مخلوط سنگی
- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی سیمان
- تناسب کمی و دانه‌بندی مخلوط سنگی
- خصوصیت کشسانی مخلوط سنگی
- نسبت حجمی مخلوط سنگی با سیمان
- روش عمل آوردن بتن
- حداکثر مقاومت کششی بلوک بتنی و ملات
- خصوصیات کشسانی بلوک
- طرح بلوک و شکل ظاهری آن

از آنجایی که از دست دادن رطوبت باعث کاهش حجم در بلوک بتنی می‌شود، لازم است میزان رطوبت داخل بلوک در هنگام دیوار چینی مورد نظر باشد. میزان رطوبت مجاز در بلوک‌های بتنی مطابق استاندارد امریکایی (ASTM) ۴۰ درصد از کل میزان رطوبت جذب شده است. لکن، در سال‌های اخیر، سایر استانداردهای غربی این رقم را به ۳۰ درصد و در مناطق خشک تا ۲۵ درصد تقلیل داده‌اند. در هر حال، فارغ از اینکه کدام نسبت مناسبتر است و به چه روشی می‌توان این میزان رطوبت را اندازه‌گیری کرد یا حفاظت نمود، لازم است که بلوک‌ها تا آنجا که ممکن است خشک و دور از رطوبت انبار شود.

توصیه‌های زیر که در شرایط عادی عملی و مقرون به صرفه است، برای اجرای صحیح بلوک چینی پیشنهاد می‌شود:

۱. انقباض یا جمع‌شدگی ناشی از خشک شدن (Drying Shrinkage) و انبساط ناشی از مرطوب شدن (Wetting Expansion) تغییرات حجمی هستند که در این بخش در رابطه با رطوبت مورد بحث قرار می‌گیرند. انبساط ناشی از رطوبت برای بتن یا بلوک بتنی بسیار کم است، تا حدی که می‌توان در محاسبات از آن صرف نظر کرد و در استاندارد انگلیس BS6073 نیز حذف شده است. برای اطلاع بیشتر اضافه می‌شود که تغییرات حجمی ناشی از رطوبت در مرحله اول به‌طور کامل قابل برگشت نیست (Not Fully Reversible). آنچه که در این مرحله اتفاق می‌افتد، مهم و تا حدی دائمی است؛ در صورتی که در مراحل بعدی، تغییرات حجمی تا حدود زیادی، با تغییرات رطوبت تغییر می‌کند (Reversible).

- انتخاب بلوک بتنی به ابعاد و ایستایی متناسب و هماهنگ با مشخصات دیوار؛
- نگهداری بلوکها تا حد امکان خشک در تمام مراحل، به خصوص در انبار مصالح و هنگام دیوارچینی؛
- انبار کردن بلوکها روی بالشتکهایی با فاصله لازم از زمین، تا جریان هوا مانع جذب رطوبت از زمین بشود؛
- پوشاندن بلوکهای انبار شده با پوشش مناسبی که مانع عبور رطوبت و آب باشد؛
- خیس نکردن بلوکها قبل از کار گذاشتن^۱ مگر در شرایط خاص که نیاز به این کار باشد؛
- پوشاندن دیوار با پوشش مناسب در هر مرحله از بلوک چینی که کار قطع یا تعطیل می شود.

ب) در مرحله دوم، برای تأمین مقاومت و جذب نیروهای وارده که از تغییرات حجمی بلوک در اثر تغییر میزان رطوبت وارد می شود، ملات نقش بسیار مؤثری ایفا می کند. ملاتها، بسته به نوع ترکیبات و نسبتهای حجمی، مشخصات متفاوتی دارند^۲ که بسته به شرایط و اوضاع جوی باید مناسبترین نوع را انتخاب کرد و به کار برد. به طور مثال، در شرایط جوی گرم و خشک، نوع ملات باید چنان باشد که کمترین مقدار آب جذب بلوک شود تا بتوان از خیساندن و آبپاشی بلوک چینی چشمپوشی کرد؛ در صورتی که شرایط جوی بسیار سرد به ملاتهایی نیاز دارد که دارای قابلیت کمتری برای نگهداری آب هستند تا از یخزدگی مصون باشد. دومین مطلب در مورد خصوصیات ملاتها، میزان مقاومت فشاری آنهاست. معمولاً^۳، در بلوک چینی لازم است که مقاومت فشاری ملات تا حدی کمتر از بلوک در نظر گرفته شود. با رعایت این توصیه، اولاً^۴ حفاظ مناسبی برای بلوکها تأمین می شود، ثانیاً^۵ در صورت تغییرات حجمی بیش از حد، ترکهای ایجاد شده در بندها خواهد افتاد که اگر چسبندگی خوبی تأمین شده باشد، این ترکها قابل چشمپوشی و مرمت هستند. در حالت دوم، اگر ملات دارای مقاومت فشاری بیشتری باشد، نیروهای وارده (در اثر تغییرات حجمی) را عیناً^۶ منتقل می کند و باعث ترک خوردن خود بلوکهای بتنی می گردد که در این حالت، ایستایی دیوار تهدید می شود. علاوه بر مراعات خصوصیات ذکر شده برای بلوک و ملات، شیوه بلوک چینی، نحوه اجرا، حفاظت در حین عملیات ساختمانی و حتی طراحی بنا نیز اهمیت دارد که این مسائل در بخشهای مربوط بحث خواهد شد.

۲-۳-۲. تغییرات حجمی ناشی از تغییرات درجه حرارت

تغییرات حجمی ناشی از تغییرات درجه حرارت در بلوک چینی غالب بر تغییرات ناشی از عامل رطوبت است. این تغییرات در دیوارهای خارجی بناها، به خصوص در بناهای یک طبقه و یا آخرین طبقه بناهای مرتفع، با تغییر درجه حرارت در شب و روز و تغییر فصل به بیشترین حد خود می رسد. در شرایط جوی معتدل، مراعات ضوابط مربوط به رطوبت برای مقابله با این عامل نیز کافی است، مگر در دیوارهای با طول زیاد (بیش از ۳۰ متر)؛ در این گونه موارد لازم است که در طراحی بنا درزهای کنترل و انبساط مطابق اصول فنی و علمی ساختمان سازی در محل های مناسب پیش بینی شود، و یا در صورت لزوم با مسلح کردن بلوکها مقاومت مورد نیاز تأمین گردد.

۲-۳-۳. حرکات ناشی از نحوه بارگذاری، گرزش شالوده ها و اتصالات خاص

برای مقابله با این حرکات، لازم است که در مرحله طراحی بنا پیش بینیهای مناسب صورت گیرد. در این شرایط

۱. در صورتی که نوع ملات مصرفی از انواع با تارد یا آهکی باشد.

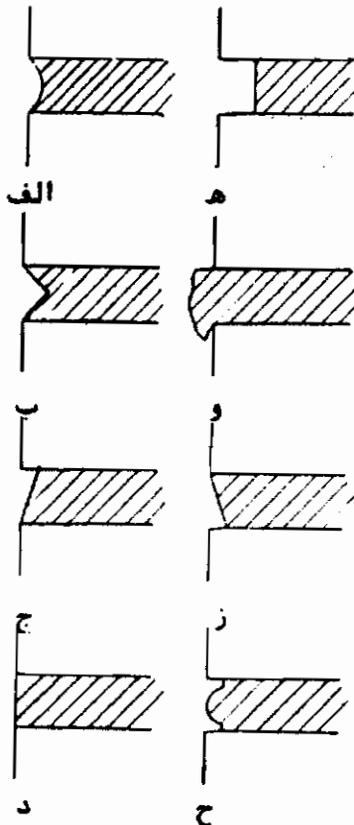
۲. نگاه کنید به: بخش ملاتها در همین فصل.

نیز از درزهای انبساط و یا تسلیح بلوک چینی در محل‌های تعیین شده استفاده می‌شود. لازم است تذکر داده شود که برای دو عامل اخیر، اجرای دقیق درزهای انبساط مطابق نقشه و مشخصات فنی خاص، اهمیت حیاتی دارد.

۴-۲. بندها و ترکها

۴-۲-۱. بندها^۱

در بلوک چینی، بندها هرچه لاغر، دقیق و یکسان اجرا شوند، استقامت دیوار به همان نسبت بیشتر خواهد بود. ولی، به علت محدودیتهای اجرایی و مسایل اقتصادی، ضخامت ۱۰ میلیمتر که متعادل و مورد قبول اجرا کنندگان نیز هست، به نظر مناسب می‌رسد. در بلوک چینی بهتر است بندهای قائم نیز دارای مشخصات همسان با بندهای افقی باشند. در بلوک چینی نمایان لازم است سطح خارجی بندهای افقی و قائم نسبت به نمای بلوک کمی عقبتر، مشابه چفت، در نظر گرفته شود تا ضمن جذب و مخفی کردن ترکهای مویی، نمای منظم و زیبایی نیز داشته باشد. نفوذ رطوبت از دیوارهای خارجی، به خصوص در مناطق رطوبتی و بارانی، اغلب از طریق بندها صورت می‌گیرد و به همین دلیل، طراحی و اجرای آنها باید به نحوی باشد که آب باران سریعاً "به طرف خارج دیوار هدایت شود (شکل ۳).



الف) بندکشی مقعر ب) بندکشی تورفته

ج) بندکشی تورفته سرازیر د) بندکشی مسطح

ه) بندکشی تورفته کامل و) ملات بیرون زده بند

ز) بندکشی تورفته سرازیر ح) بندکشی تورفته شکلدار (تزیینی)

از الف تا د، با بندکشی مناسب به صورت فشرده و دقیق توصیه می‌شود. از ه تا ح، به علت آبیگر بودن توصیه نمی‌شود.



شکل ۳: انواع بندکشی

رطوبت ممکن است از طریق خاصیت موینگی^۱ نیز از داخل ترکها و یا از لای ملات عبور کند؛ با تهیه ملات مناسب و اجرای آن به نحوی که حداکثر چسبندگی بین بلوکها تأمین شود، به اضافه بندکشی با ملات مناسب و فشرده‌گی آن در داخل بند (شکل ۳)، نفوذ رطوبت از این طریق بسیار کاهش خواهد یافت.

بندها در بلوک چینی بسیار مهم و نقش‌ساز هستند و چه بسا که بهترین نوع بلوک به علت عدم رعایت اصول صحیح کار به بدترین کیفیت ممکن عمل کند. برای بالا بردن کیفیت کار در کارگاهها، توصیه می‌شود که یک نمونه تصویب شده بلوک چینی با مشخصات فنی لازم (در کلیه قسمت‌های دیوار) تهیه شود و به صورت الگوی کار تا اتمام بلوک‌چینی مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۴-۲. ترکها^۲

اگرچه در بیشتر مواقع، ترکهای روی نمای بلوک‌چینی از نظر ایستایی بی‌اهمیت است، ولی در زیبایی نما و خصوصیات فیزیکی دیوار مانند هوابندی، صدا بندی و مقاومت حرارتی و توسعه حریق، اثرات منفی زیادی می‌گذارد، و لازم است که تا حد امکان با رعایت اصول کار در تهیه مصالح و اجرا، از میزان این نوع ترکها کاست تا کارایی دیوار به بهترین حالت خود برسد.

۲-۴-۲-۱. علل ترکها

الف) رطوبت

انبساط ناشی از رطوبت و نقش ملاتها قبلا^۳ شرح داده شده است. با رعایت اصول ذکر شده، تا حدود زیادی از این تغییرات حجمی پیشگیری شده، و در نتیجه از بروز ترک در نمای دیوار جلوگیری خواهد شد.

ب) تغییر درجه حرارت

انقباض و انبساط ناشی از تغییر درجه حرارت محیط در مورد بلوکهای بتنی سبک و دیوارهای داخلی بنا نسبت به بلوکهای دانه سنگین در دیوارهای خارجی بنا از اهمیت بسیار کمتری برخوردار است. این حرکات، به خصوص در بناهای یک طبقه و طبقه آخر ساختمانهای مرتفع که مستقیماً^۴ در مقابل تابش خورشید قرار می‌گیرند، بیشتر است. همان طوری که در بخش قبل ذکر شد، برای مقابله با این حرکات باید قبلاً^۵ تمهیداتی مورد مطالعه و محاسبه قرار گیرند و در نقشه‌های اجرایی به طور مشخص مطرح شوند. برای جلوگیری از این نوع ترکها معمولاً^۶، بسته به موقعیت کار، از درزهای کنترل یا تسلیحات اتصالات استفاده می‌شود.

ج) حرکات نامتجانس مصالح مختلف

دیوارهای بلوک بتنی در فصل مشترکشان با سایر اجزای بنا، مانند ستونهای فلزی یا بتنی درجا، چهارچوبهای فلزی بازشوها و غیره، در اثر تغییر درجه حرارت و رطوبت، حرکات ناهماهنگی خواهند داشت. در این موارد، برای جلوگیری از ظاهر شدن این نوع ترکها در روی نازک‌کاریها لازم است هماهنگی مصالح رعایت

1. capillagity

۲. ترکهای ناشی از محاسبات نادرست و بارگذاری نامتعادل مورد نظر این بخش نیست. فرض بر این است

که بنا کاملاً^۷ اصولاً^۸ مطابق استانداردهای تابید شده محاسبه و اجرا شده باشد.

شود و در غیر این صورت از مصالح واسطه در اتصالات استفاده شود.

د) حرکات ناشی از ارتعاش و تنشهای ثانویه

مؤثرترین شیوه برای مقابله با ترکهای ناشی از حرکات پیش‌بینی نشده، مانند لرزش ناشی از عبور ماشین آلات سنگین و یا نشستهای غیرمترقبه در بعضی قسمتهای بنا که منجر به ایجاد ترک در دیوارچینی می‌شود، طراحی و اجرای دقیق شالوده‌ها همراه با کلافبندیهای لازم در خطوط افقی و قائم و مسلح کردن اتصالات است.

به‌طور خلاصه، برای پیشگیری از انواع ترکها، با در نظر گرفتن اینکه پیش‌بینیهای لازم در اجزای ساختمانی صورت گرفته باشد، دو روش کلی وجود دارد:

– ایجاد درز و آزاد کردن اتصالات

– تقویت و مسلح کردن اتصالات

روش اول – با طراحی مناسب و اجرای دقیق درزهای کنترل، مناسبترین و اقتصادیترین روش در بلوک – چینی را در نظر گرفته‌ایم. در این روش، دیوار به شکلهای مستطیلی و مستقل به‌طور منظم تقسیم می‌شود، به طوری که قسمتهای بالا و پایین بازشوها نیز به عنوان یک واحد مستقل در نظر گرفته می‌شود. هر نوع نازک کاری و نماسازی نیز در همین درزها قطع می‌گردد؛ و البته، داخل این درزها با مواد عایق انعطاف‌پذیر خواهد شد. این درزها از اولین بلوک چینی شروع شده، و تا انتهای دیوار به صورت قائم ادامه خواهند داشت (شکل ۴).

روش دوم – در صورت عدم امکان قسمت‌بندی دیوارها با درزهای قائم، از روش تقویت اتصالات یا مسلح کردن که باعث توزیع بهتر نیروها می‌شود، استفاده می‌گردد (شکل ۴). برای تقویت اتصالات، از سیمهای توری گرفته تا تسمه‌های فلزی و انواع تیرهای کلاف می‌توان استفاده کرد. میزان تقویت اتصالات به نوع بلوکها، ابعاد و موقعیت کلی دیوار و بازشوها مربوط می‌شود و برحسب نیاز فرق می‌کند.

۲-۵. مشخصات و اصول بنایی در بلوک چینی

۲-۵-۱. ملات‌گذاری

الف) ملات‌گذاری کامل

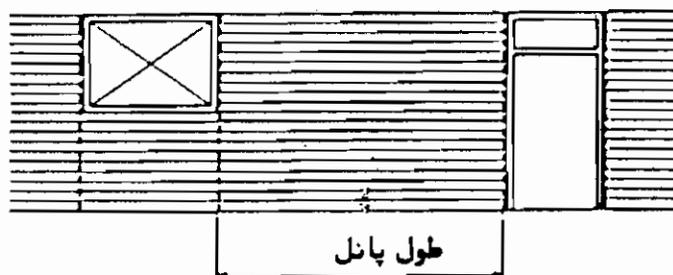
ب) ملات‌گذاری روی جداره‌های خارجی

در حالت اول، ملات را روی کلیه سطوح ملات‌خور بلوک بتنی (اعم از جداره‌های خارجی و داخلی) پخش می‌کنند. این شیوه ملات‌گذاری در جاهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که بار زیاد و شرایط نسبتاً سخت باشد، مانند کرسی چینی، ستونها و جرزها.



۴ الف

درزها باید قائم و مستقیم باشند . درزهای کنترل منطبق با بندها صحیح نیست .



۴ ب

تقسیم دیوار به قطعات مستقل و در نظر گرفتن درزهای کنترل



۴ ج

مسلح کردن و تقویت بازشوها

شکل ۴

در حالت دوم ، ملات فقط روی جدارهای خارجی به صورت دو نوار جدا از هم پخش می شود . در این صورت ، اگر چه مقاومت باربری دیوار نسبت به حالت اول کمتر خواهد شد ، لکن به علت داشتن فضای خالی در بین دو نوار ملات ، دیوار از نظر عایق رطوبتی و حرارتی کارایی بهتری خواهد داشت .

۵-۱-۱-۲- مقررات مربوط به ملات گذاری
- بستر ملات باید کاملاً تمیز و عاری از هرگونه آلودگی باشد
- در طول دیوار ، ملات را نباید بیش از اندازه لازم جلوتر از محل کار گذاشتن بلوک پخش کرد . تا قبل از قرار دادن آنها ملات سفت نشود .

- در عرض دیوار نیز ملات باید به نحوی پخش گردد که پس از قرار دادن بلوک بعدی ، ملات اضافی از بندها بیرون نریزد . اگر در مواردی ملات کمی بیرون بزند ، باید پس از مختصر گرفتن ملات ، آن را پاک کرده ، و سپس با برس تمیز کرد .

- ملات باید در بستر افقی و قائم به‌طور یکسان پخش شود.
- ملات سخت شده که از روی داربست، کف و یا محلهای دیگر برداشته شده باشد، نباید مورد مصرف قرار گیرد.
- ضخامت بندهای افقی و قائم باید در حدود ۱۰ میلیمتر در نظر گرفته شود.
- در ملاتهای باتارد که از طریق تخخیر ساده آب (در داخل استانبولی) روانی خود را تا حدودی از دست داده باشند، می‌توان روانی مطلوب را با اضافه کردن آب به اندازه نیاز و هم زدن مجدد به دست آورد، اما در صورتی که روانی ملات از طریق هیدراسیون (فعل و انفعالات شیمیایی درون ملات) از دست رفته باشد، باید از مصرف آن جدا پرهیز کرد. البته تشخیص مورد ذکر شده دشوار است و تنها از طریق کنترل زمان ساخت تا مصرف ملات ممکن می‌شود. زمان نگهداری ملات باتارد از زمان ساخت تا مصرف حداکثر ۲/۵ ساعت در حرارت محیطی بیشتر از ۲۷ درجه سانتیگراد و ۳/۵ ساعت در حرارت محیطی کمتر از این درجه حرارت می‌باشد؛ پس از انقضای این مدت، ملات تهیه شده به‌هر شکل که باشد، مطلقاً قابل استفاده نخواهد بود.
- دربنایی با بلوکهای بتنی، توانایی و کارایی ملات باید به‌نحوی باشد که بتوان آن را بدون خیساندن بلوکها مصرف کرد. برخلاف معمول بنایی با آجر، دربنایی با بلوک بتنی به‌منظور جلوگیری از تغییرات حجمی آن، خیساندن بلوک قبل از ملات‌گذاری ممنوع است. از این نظر، لازم است که کیفیت ملات تابع شرایط بلوک باشد، نه برعکس.

۲-۵-۲. بلوکهای بتنی

- دیوار بلوک بتنی باید با بلوکهایی اجرا شود که عرض آنها مساوی ضخامت دیوار باشد؛ مثلاً، دیوار ۲۰ سانتیمتری باید با بلوکهای به عرض ۲۰ سانتیمتر ساخته شود.
- بلوکها باید کاملاً تراز چیده شوند، به‌طوری که جدار بلوک و فضای خالی آنها کاملاً قائم بوده، و بندهای قائم رجهای متوالی به‌طور یک در میان در یک امتداد قرار گیرند.
- بلوک نصب شده نباید پس از سخت شدن، یا حتی گیرش اولیه ملات، از جای خود حرکت داده شود. جایگزینی نهایی بلوک باید در زمانی صورت گیرد که ملات هنوز شل است.
- از قطعه کردن و یا خرد کردن بلوک پرهیز شود، در صورت نیاز به نیم بلوک، باید از اره‌های مصالح بنایی استفاده شود.
- در بازشوها، برای نصب چهارچوبهای در و پنجره، باید از بلوک مخصوص این قسمت با در نظر گرفتن درز کنترل استفاده شود.

۲-۵-۳. عملیات بنایی

- الف) در مواقعی که درجه حرارت محل کار و یا هریک از مواد مصرفی از ۵ درجه سانتیگراد کمتر است، هیچ‌گونه بنایی با بلوک بتنی مجاز نیست.
- ب) در صورت وقفه در عملیات بنایی یا تعطیل روزانه، لازم است از پوششهای حفاظتی در مقابل عوامل زیر به تناسب استفاده شود:

- تابش مستقیم خورشید و حرارت زیاد محیط، برای جلوگیری از تخخیر سریع آب ملات؛

- هوای بسیار سرد، برای جلوگیری از یخزدگی؛

- وزش شدید باد، برای جلوگیری از تخخیر آب و حفاظت نمای دیوار از آلودگی؛

– ریزش باران، برای جلوگیری از نفوذ آب و شسته شدن ملات (باید توجه داشت که بلوک چینی در زیر باران به طور کلی ممنوع است).

ج) دیوار چیده شده باید از جهات مختلف، به شرح زیر، شاقولی و تراز باشد:

- در هر ردیف از بلوک چینی، بر کار از دو طرف با ریسمان کشی در امتداد یک خط مستقیم باشد.
- در هر ردیف از بلوک چینی، رویه افقی کار از دو جهت عمود بر هم تراز باشد.
- بلوکهای چیده شده در هر ردیف، از دو طرف کاملاً "شاقولی و در امتداد یک صفحه قائم باشند.
- بندهای افقی در تمام سطح دیوار، تراز و در امتداد یکدیگر باشند و ضخامت ثابت بندها (حدود یک سانتیمتر) در کلیه قسمتها رعایت شود.
- بندهای قائم به طور یک در میان در امتداد خط قائم و شاقولی باشد و ضخامت ثابت بندها (حدود یک سانتیمتر) مشابه بندهای افقی در کلیه قسمتها رعایت شود.

د) نحوه چیدن بلوکها

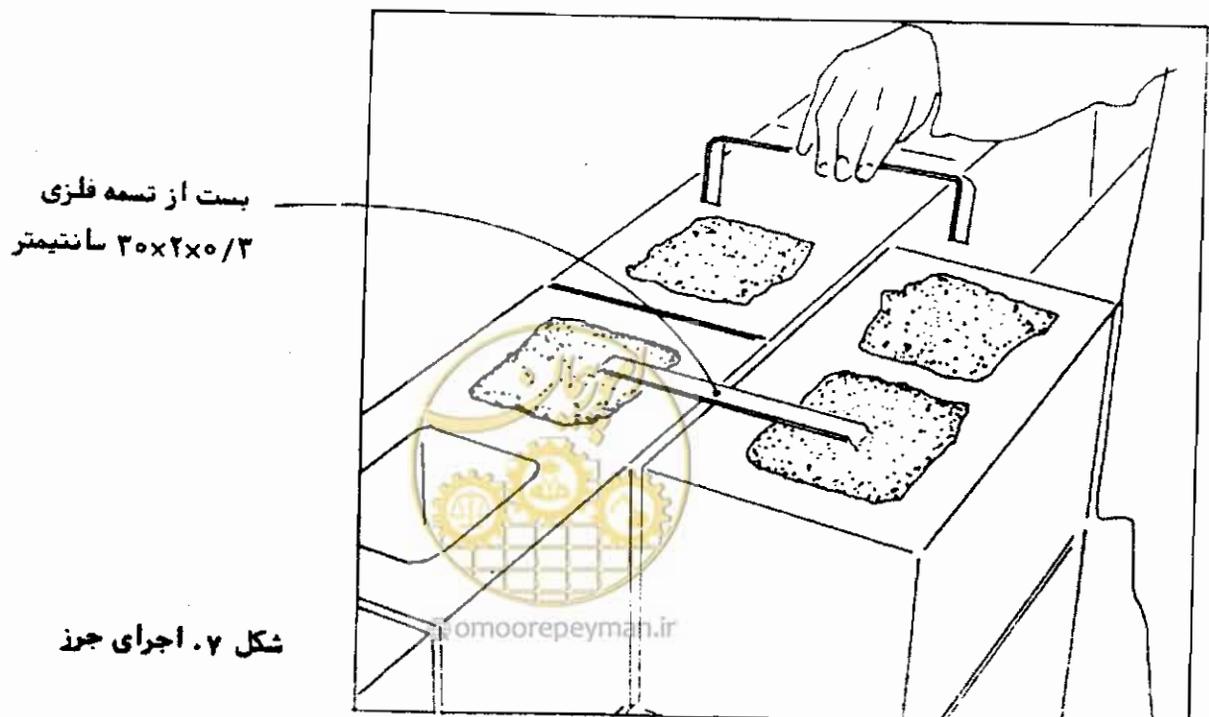
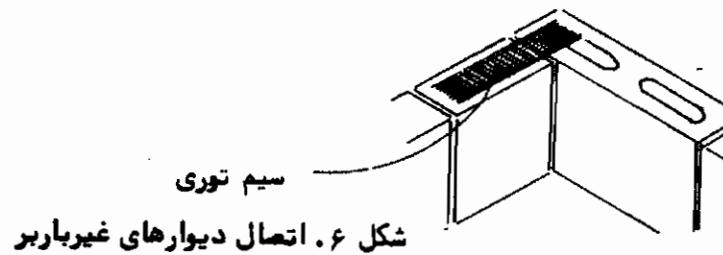
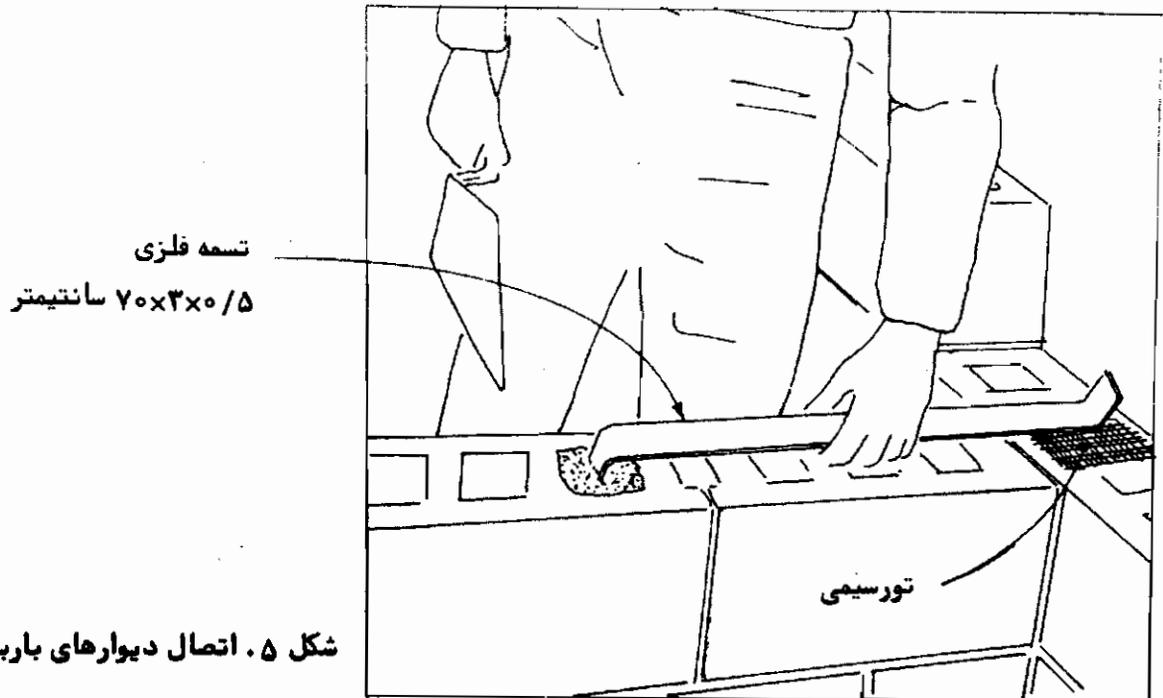
- به علت اهمیت زیادی که ردیف اول بلوک چینی دارد، توصیه می شود که برای کنترل ابعاد، گوشه ها، تقاطعها و اطمینان از خرد نشدن بلوکها، این ردیف به صورت آزمایشی بدون ملات چیده شود و فواصل بندهای قائم به طور یکسان تنظیم شود. سپس، این ردیف مطابق الگوی به دست آمده با دقت تمام تراز و شاقولی چیده شود، زیرا که این ردیف مبنای اصلی ردیفهای بعدی خواهد بود.
- انتها و گوشه دیوار را باید قبل از قسمتهای میانی چید، به طوری که پیوسته ۴ یا حداکثر ۵ رج بالاتر از رجهای میانی باشد. با اضافه کردن هر ردیف به گوشه دیوارها، لازم است تراز و شاقولی بودن آن کنترل شود.
- برای چیدن بلوکهای وسط دیوار، لازم است قبلاً "از دو انتهای دیوار برای هر ردیف سمت خارج ریسمان کشیده شود و بلوکها با متابعت از امتداد این ریسمان با دقت زیادی کار گذاشته شوند.
- چیدن بلوکها باید به طور یکنواخت انجام شود، به طوری که در هر زمان هیچ قسمت از یک دیوار بیش از ۵ ردیف بلوک از قسمتهای دیگر آن بالاتر نباشد.

ه) تقاطع دیوارها

- دیوارهای برابر بلوک بتنی، بجز در گوشه ها، در بقیه تقاطعها مانند دیوارهای آجری قفل و ست نخواهد داشت. به جای قفل و بست، با در نظر گرفتن درز کنترل، برای گرفتن نیروهای افقی از تسمه های فلزی به ضخامت ۵ میلیمتر در طول ۷۰ سانتیمتر و خم ۹۰ درجه در انتهای دو سر تسمه به طول ۵ سانتیمتر استفاده می شود. این خمها در انتهای تسمه داخل حفره بلوکها خواهند شد که بعداً "با بتن پر می شود (البته قبلاً" در ردیف زیر، سیم توری برای نگهداری بتن در نظر گرفته می شود). اگر این بند در سمت خارج و در مقابل هوای آزاد باشد، تسمه باید کاملاً "وسط دیوار کار گذاشته شود یا حداقل ۲ سانتیمتر پوشش از ملات روی آن را بیوشاند و برای جلوگیری از نفوذ زنگزدگی به نمای دیوار، بندها با مواد خمیری مقاوم در مقابل آب و رطوبت درزبندی شود. توصیه می شود که حداقل در هر ۱۲۰ سانتیمتر ارتفاع دیوار، یک اتصال مشابه فوق در نظر گرفته شود (شکل ۵).

– در دیوارهای غیر برابر از نوارهای توری فلزی مقاوم در برابر زنگ به جای تسمه فلزی استفاده می شود. در این

حالت نیز قفل‌بستی مشابه دیوارهای آجری لازم نیست. نوارهای تور سیمی به طور یک در میان بین دو دیوار قرار می‌گیرند، در این مورد نیز بهتر است نوار توری در سمت خارج دیوار که در مقابل هوا و آب باران قرار دارد، فاصله بیشتری از سطح خارجی نما داشته باشد تا در مقابل رطوبت هوا حفاظت شود. (شکل ۶).



(و) مقاومت و یکپارچگی دیوار

- برای تأمین مقاومت دیوارهای بلوک بتنی، رعایت نکات زیر ضروری است:
- اجرای اصولی و دقیق تقاطع دیوارها به نحوی که قبلا" شرح آن رفته است (شکل‌های ۵ و ۶).
- اجرای اصولی و دقیق جرزها و نیمستونها به نحوی که ترکیب یکپارچه‌ای با دیوار داشته باشند (شکل ۷).
- پرکردن فضاهای خالی بلوکها در رجهای زیرتیرها و دالها.
- بتن‌ریزی (درجا) با کیفیت متناسب (با بلوکهای بتنی) در سقف و کف ساختمان.

(ز) نکات زیر باید در اجرای درزها، بستها و نصب تجهیزات رعایت شود:

- در محل‌هایی که به درز انبساط یا درز کنترل نیاز است، باید درز مطابق نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی خاص اجرا شود، و در صورت نیاز به برش بلوکها، از اره‌های مخصوص استفاده شود. درزهای مربوطه در نما با مواد عایق انعطاف‌پذیر پر می‌شوند. برای جلوگیری از نفوذ روغن این مواد به لبه بلوک، توصیه می‌شود قبلا" محل مورد نظر با رنگ مقاومی پوشانده شود تا از لکه‌دار شدن نمای بلوک چینی و خشک شدن خمیر جلوگیری گردد.
- باید توجه شود که بستها و تسمه‌های فلزی درزهای انبساط را قطع نکنند.
- بستها و تسمه‌های فلزی داخل دیوار باید حداقل ۲۰ میلیمتر عقبتر از سطح خارجی بندها کار گذاشته‌شوند تا ضمن حفاظت بهتر از آنها امکان نشت لکه زنگ زدگی نیز به نمای خارج نباشد
- تمام سطوح جانبی بستها، تسمه‌ها و میلگردهایی که در داخل دیوار به کار برده می‌شوند، باید در داخل‌کار با بتن و یا ملات تماس داشته‌باشند، تا آنها بتوانند مقاومت یکسان و هماهنگی را در حفظ دیوار تأمین نمایند.
- هرگونه محل و مجرای عبور مانند کانالهای تهویه و غیره... باید قبلا" در دیوار تعبیه شود، زیرا پس از اتمام دیوارچینی، تراشیدن و کندن آن مجاز نیست
- تأسیسات برقی، آب و فاضلاب باید تا حد امکان روی کار باشد یا اینکه قبلا" مسیر آنها به نحوی پیش‌بینی شود که از برش بلوکها پرهیز گردد^۱ و در غیر این صورت، باید از اره‌های مخصوص استفاده کرد؛ حداکثر عمق مجاز در ردیفهای افقی $\frac{1}{6}$ و در خطوط قائم $\frac{1}{4}$ ضخامت دیوار است.

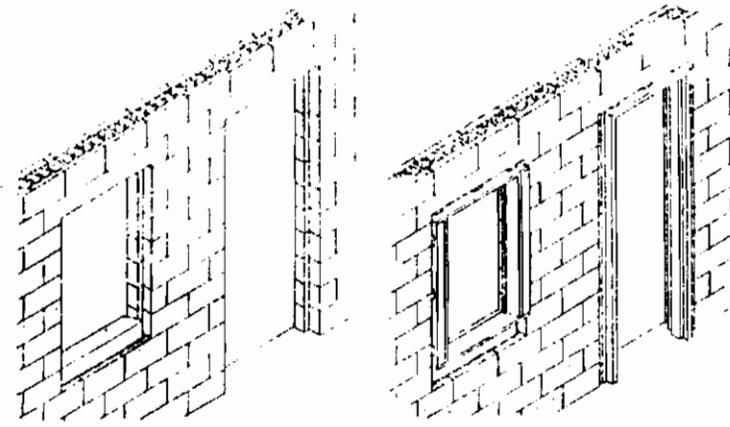
(ج) اجرای نعل درگاه و کف پنجره

- اجرای نعل درگاهها با قطعات بتنی پیش ساخته یا درجا، علاوه بر مشکلات اجرا و حمل و نقل، باعث به وجود آمدن ترک در محل اتصال با دیوار و تکیه‌گاهها می‌شود. از این نظر توصیه می‌شود که نعل درگاهها با استفاده از بلوکهای بتنی ناودانی با آرماتورگذاری در طول کار (مطابق نقشه‌های سازه و مشخصات فنی خاص) به صورت کلاف سرتاسری اجرا شود. این نوع نعل درگاه کلافی مقاومت بیشتری در برابر نیروهای جانبی، لرزشها و بارهای غیرمتعارف دارد و، همچنین، امکان چهارچوب بندی بنا را به راحتی تأمین می‌کند. توصیه می‌شود که از کف پنجره‌های پیش ساخته بتنی در این نوع ساختمانها استفاده شود. این نوع کف پنجره پس از اتمام بلوک - چینی کار گذاشته می‌شود که امکان نصب را نیز به راحتی فراهم می‌کند. در نظر گرفتن آبیچکان در زیر کف پنجره‌ها برای محافظت دیوار از رطوبت و کثیف شدن نما بسیار ضروری است. (جزئیات اجرایی این کار در نشریه شماره ۹۲ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی آمده است). زیر کف پنجره و در طرفین آن ملات را باید با

۱. مانند استفاده از بلوکهای جعبه‌ای (کاملا" توخالی) برای خطوط قائم و بلوکهای ناودانی برای خطوط افقی.

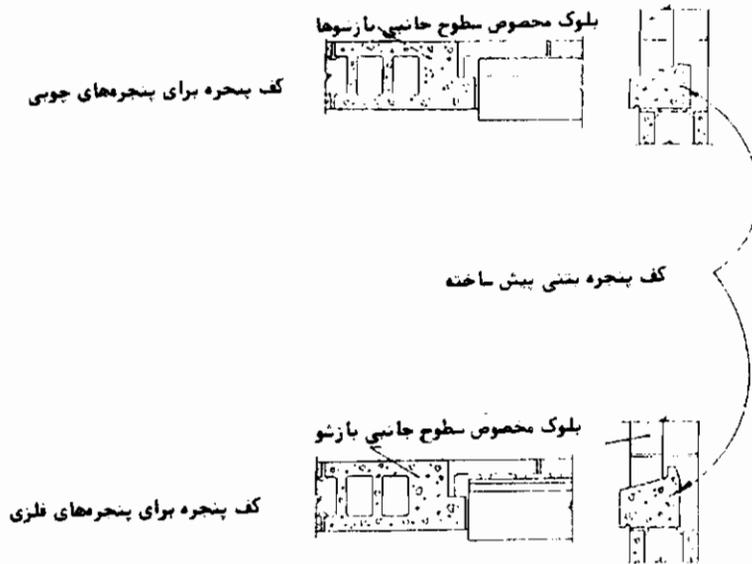
دقت و فشار به داخل بندها راند و در صورت امکان روی بندها را با مواد خمیری ضد آب پوشش داد تا از نفوذ آب و رطوبت کاملاً جلوگیری شود (شکل ۸).

پس از تکمیل بازتوها چهارجوها نصب خواهند شد.



تکمیل بازتو

نصب چهارجوب



کف پنجره برای پنجره‌های چوبی

بلوک مخصوص سطوح جانبی بازتوها

کف پنجره بتنی پیش ساخته

کف پنجره برای پنجره‌های فلزی

بلوک مخصوص سطوح جانبی بازتو



شکل ۸

ط) عایقکاری رطوبتی دیوارها
 مراحل عایقکاری دیوارهای بلوک بتنی شامل آماده‌سازی بستر عایق، پهن کردن عایق و تأمین پوششهای حفاظتی در سطوح مختلف، باید مطابق نقشه‌های اجرایی و مشخصات فنی عمومی و خاص انجام شود. سطوح مختلف عایقکاری در دیوارهای بلوک بتنی به شرح زیر می‌باشد.

– عایقکاری در زیر زمینها، که به عایقکاری در سطوح افقی و قائم نیاز دارد.

– عایقکاری زیر دیوارها و بالای سطح زمین . دیوارهای حداقل ۱۵ سانتیمتر بالاتر از کف تمام شده به عایق رطوبتی نیاز دارند که به صورت افقی انجام می شود .

– زیرکف پنجره ها . عایقکاری زیر کف پنجره ها در تمام طول و عرض تا جایی که عایق با برگشت مناسب مانع عبور رطوبت بشود . ضروری است .

– جانپناهها . عایق رطوبتی تا ارتفاع حداقل ۱۵ سانتیمتر بالاتر از کف تمام شده بام ضروری است . عایق رطوبتی مستقلی در زیر قرنیزها مورد نیاز است که اگر فاصله قرنیز از کف بام کم باشد ، عایق بام با عایق زیر قرنیز یکپارچه اجرا می شود .

– پشت بام . عایقکاری بام مطابق مشخصات فنی عمومی و خاص بنا باید به طور دقیق انجام شود .

نسبت به شرایط و موقعیت خاص بنادر هر یک از سطوح ذکر شده ممکن است جزئیات متفاوتی جوابگو باشد که باید بسته به مورد مطابق مشخصات فنی خاص و نقشه های اجرایی عمل شود .



۳. مشخصات و جزئیات اجرایی

۳-۱. مشخصات سازه‌های

بلوک چینی در شرایطی که عملکرد خاصی مانند مقاومت در برابر زلزله یا شرایط نامساعد اقلیمی و بسا وضعیت خاص باربری از آن انتظار می‌رود، نیاز به مطالعه و بررسی جامعتری از نظر طراحی سازه دارد. در این مواقع، لازم است اول خصوصیت نیروها شناسایی شده، و سپس متناسب با آن و امکانات، روش مناسب بلوک - چینی برای تأمین مقاومت انتخاب شود.

بلوک چینی بتنی از نظر طراحی سیستم سازه به سه دسته تقسیم می‌شود:

- بلوک چینی ساده

- بلوک چینی پر شده (از بتن درجا)

- بلوک چینی مسلح

۳-۱-۱. بلوک چینی ساده

غالباً "بلوک چینی به شکل ساده همراه با ملات متناسب با نیاز کار چیده می‌شود. در بلوک چینی ساده رعایت ضوابط مربوط به اتصالات، درزها، تقاطع دیوار و کلیه ضوابط و مقررات مربوط به بلوک چینی که قبلاً شرح آن رفته است، الزامی است. در این روش بلوک چینی غیرمسلح، فضاهای خالی بلوک همچنان خالی باقی می‌ماند، مگر مواردی که قبلاً تعیین شده است.

بلوک چینی ساده اصولاً "برای بارهای قائمی که به صورت محوری وارد می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقاومت دیوار بلوک بتنی که به شکل ساده چیده شده باشد، به ایستایی دیوار، مقاومت بلوکها و تا حدودی به مقاومت ملات مصرفی بستگی دارد.

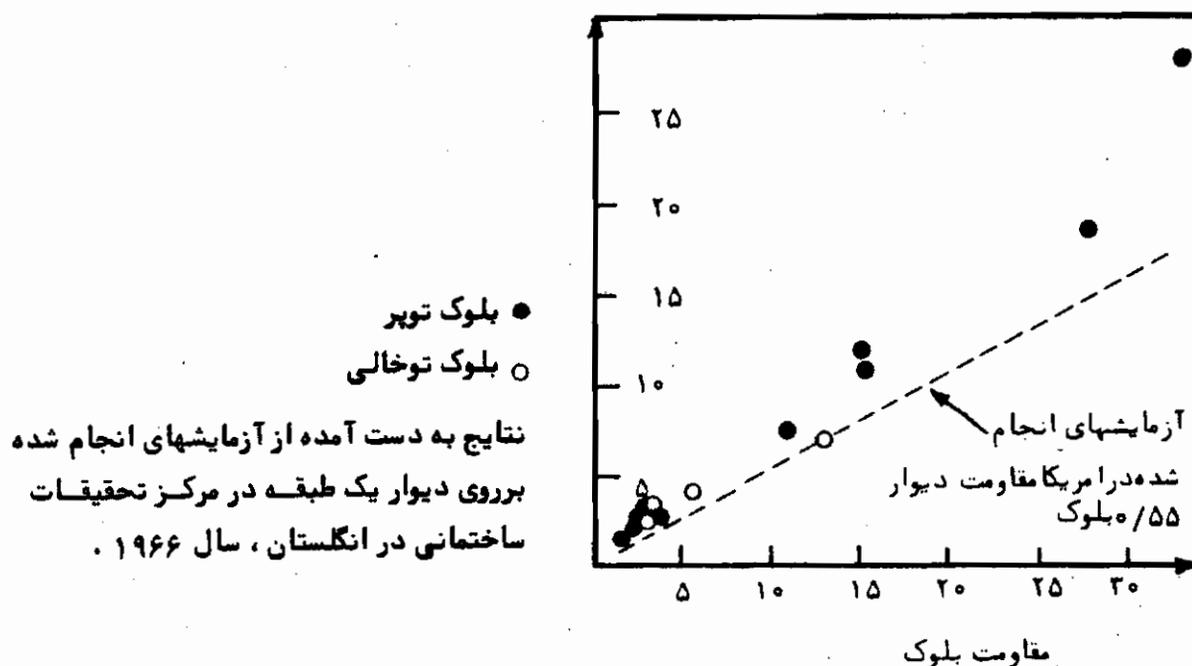
۳-۱-۱-۱. ایستایی دیوار

ایستایی کلی دیوار به نسبت ارتفاع به ضخامت (و در مواردی طول) دیوار که ضریب لاغری^۱ نامیده می‌شود، نحوه قرار گرفتن آن از نظر مقاومت‌های مضاعفی که از طریق جرزها و تقاطع دیوارها ایجاد می‌شود، بستگی دارد.

۱. مطابق مقررات جدید ساختمانی انگلستان، حداکثر مجاز ضریب لاغری برای دیوارهای بلوک بتنی با ملات‌های سیمانی از ۱۸ به ۲۷ افزایش پیدا کرده است، بجز دیوارهای با ضخامت کمتر از ۹ سانتیمتر و یا در ساختمانهای بیشتر از دو طبقه که ضریب لاغری مجاز حداکثر ۲۰ خواهد بود. ضریب لاغری بسا مقاومت دیوار رابطه معکوس دارد، به نحوی که اگر ضریب لاغری به ۵۰ برسد، مطابق مقررات انگلستان، مقاومت دیوار صفر فرض می‌شود.

۳-۱-۱-۲. مقاومت بلوک و دیوار

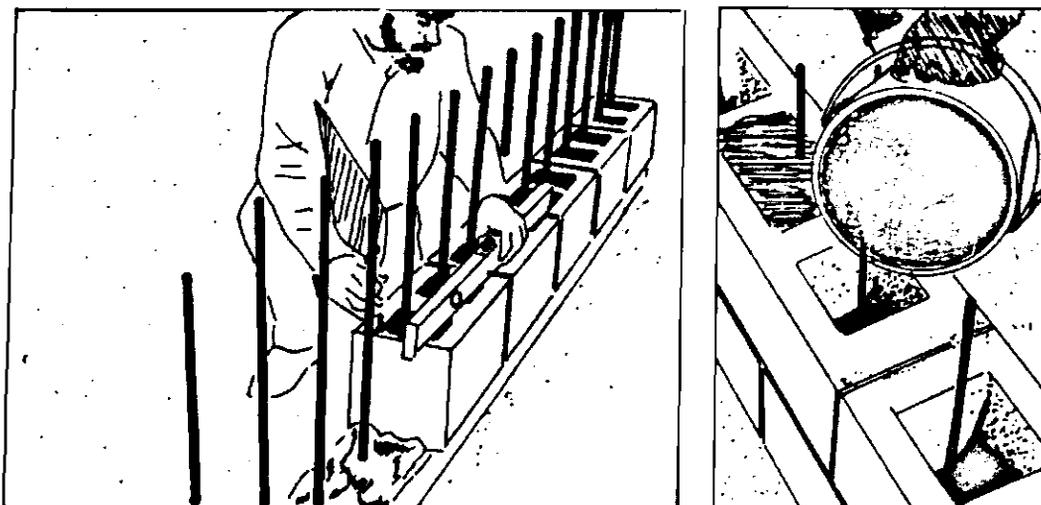
برای یافتن رابطه بین مقاومت بلوک بتنی و مقاومت دیوار، تحقیقات و آزمایشهای زیادی در کشورهای صنعتی غرب انجام شده است. نتایجی که در آمریکا (با سابقه طولانی در این شیوه ساختمان سازی) به دست آمده، مقاومت فشاری دیوار بلوک بتنی به ارتفاع یک طبقه و بارگذاری محوری را برابر 0.55 مقاومت فشاری واحد بلوک بتنی نشان داده است. آزمایشهای تحقیقاتی که در کشور انگلستان انجام شده است، با مختصر تفاوت که احتمالاً به علت شرایط مکانی و نحوه آزمایش ایجاد می شود، نسبت فوق را مطابق نمودار ۱ تا حدود زیادی تأیید کرده است.



نمودار ۱

در دیوارهای بلوک بتنی که به شکل ساده چیده شده است، باید از وارد آوردن نیروهای کششی ناشی از خمش پرهیز کرد. این نیروها که عمدتاً "از بارگذاری برون محوری به وجود می آیند، به مقدار زیادی در کاهش ایستایی دیوار موثر هستند. ضریب لاغری نیز در این حالت در مقایسه با بارگذاری محوری به میزان زیادی بالاست. در هر حال، دیوارهایی که بارگذاری خارج از محور دارند، باید متناسب با میزان و نحوه بارگذاری تقویت شوند. کلافبندی افقی در ساختمان از روشهای تقویت دیوار است که می تواند از یک کلاف به ازای هر دو یا سه ردیف بلوک چینی تا حداکثر یک طبقه ارتفاع، بسته به نیاز، در نظر گرفته شود. بهتر است قالب کلافهای بتنی از بلوکهای بتنی ناودانی باشد تا ضمن هماهنگی با نما و ایستایی دیوار راحت تر و سریعتر اجرا گردد. علاوه بر کلافبندی بتنی، با اضافه کردن نیمستونها یا جرزها در طول دیوار و اجرای دقیق و اصولی تقاطعها نیز می توان ایستایی دیوار را تا حدودی تأمین کرد. همچنین، تقویت دو یا سه ردیف بلوک چینی در شروع کار (مطابق شکل ۱)، در نظر گرفتن میلگردهای قائم در مرکز فضاهای خالی و پر کردن آن از بتن درجا، پایه نسبتاً "مقاومی ایجاد خواهد کرد.

در هر حال، باید توجه داشت که حداکثر میزان مجاز بارگذاری برون محوری در دیوارهای بلوک بتنی (به شکل ساده) که برای آنها از بلوکهای بدون حفره و فضای خالی استفاده شده است، $\frac{1}{3}$ ضخامت دیوار می باشد.



شکل ۱. نحوه کارگذاری میلگردهای قائم (به فاصله هر ۲۰ سانتیمتر) به نحوی که در مرکز فضاهای خالی بلوک قرار بگیرد.

۳-۱-۲. بلوک چینی پر شده (از بتن درجا)

در این حالت، بلوکها به صورت ساده چیده شده، و سپس داخل فضاهای خالی آنها با بتن درجا پر می شود. در این نوع بلوک چینی، مقاومت فشاری و میزان عایق بندی صوتی دیوار به اندازه قابل توجهی بالا می رود.

۳-۱-۳. مقاومت بلوک و دیوار

آزمایشها و تحقیقات مختلفی در مورد بلوکهای پر شده برای دستیابی به مقاومت و عملکرد آن در دیوار، انجام شده است. اگر فضاهای خالی بلوک بتنی با بتن درجا (با مقاومت فشاری مشابه خود بلوک) پر شود، مقاومت فشاری به وجود آمده بر حسب اندازه سطوح خالی که معمولاً " نصف سطح کل بلوک است، دو برابر خواهد شد. با افزایش میزان مقاومت فشاری هر بلوک تا صد درصد، مقاومت فشاری دیوار تا ارتفاع یک طبقه با ضخامت ۲۰ سانتیمتر تا حد پنجاه درصد بالا خواهد رفت.

۳-۱-۳-۱. روش کار

الف) نحوه بلوک چینی

برای بتن ریزی به داخل فضاهای خالی بلوکها، اولاً " لازم است ابعاد افقی آنها حداقل ۷۵×۵۰ میلیمتر باشد. ثانیاً، هنگام بلوک چینی باید دقت شود که این فضاها دقیقاً " بر روی هم قرار بگیرند. نحوه بلوک چینی مطابق روش قبل (به صورت بلوک چینی ساده) انجام می گیرد، به اضافه دقت بیشتر در پاکیزه و تمیز نگاه داشتن فضاهای خالی بلوکها به نحوی که اضافات مصالح بتنی (مانند ملات و غیره) داخل آنها نشود. نوع ملات در این شیوه بلوک چینی از نوع نسبتاً " مقاوم انتخاب می شود و ملات در سطوح افقی به صورت نواری (حدود ۴ سانتیمتر) فقط روی جداره های خارجی بلوک و در سطوح قائم (بندهای قائم) به طور کامل پخش می گردد. ملات گذاری در بندهای افقی به اندازه لازم و با دقت بیشتری انجام می شود و همچنین، برای تأمین آب بندی مورد نیاز (برای بتن ریزی بعدی)، ملات مابین بلوکها باید تراکم لازم را داشته باشد. این نحوه ملات گذاری فضای خالی در بین بلوکها به وجود می آورد که با پر شدن آن از بتن درجا، میزان مقاومت و چسبندگی بلوکها

افزایش پیدا خواهد کرد. ضوابط این روش ملات‌گذاری باید در شروع اولین ردیف در اتصال با پی دیوار نیز رعایت شود، به نحوی که روی شالوده، ملات به صورت نواری (حدود ۴ سانتیمتر) در زیر محلی که جداره‌های خارجی بلوک قرار خواهد گرفت پخش شود، که از این طریق، فضای خالی زیر بلوک پس از بتن‌ریزی، چسبندگی مستقیم و مقاومت بیشتری را تأمین کند.

ب) بتن‌ریزی

بتن‌ریزی داخل دیوار زمانی صورت می‌گیرد که ملات مابین بلوکها تا حدودی سفت شده باشد و مقاومت لازم را در مقابل فشار بتن در جا تأمین کند. زمان لازم در تابستان حداقل ۲۴ ساعت است و در زمستان، بسته به شدت سرما و رطوبت، زمان بیشتری مورد نیاز خواهد بود.

دانه‌بندی مخلوط شن و ماسه بتن درجا، بسته به ابعاد فضاهای خالی بلوک و میزان مقاومت مورد نیاز تعیین می‌شود. بتن در هنگام ریختن باید تا حدودی شل باشد که ضمن تسهیل عملیات بتن‌ریزی، تراکم مناسبی را نیز در داخل دیوار بین بلوکها ایجاد نماید. شیوه بتن‌ریزی باید به نحوی باشد که از جدا شدن دانه‌های مخلوط بتن جلوگیری به عمل آید؛ برای ممانعت از جدا شدن دانه‌های مخلوط بتن توصیه می‌شود که کمی آهک هیدراته (حدود یک‌دهم حجم سیمان) به مخلوط بتن اضافه شود تا با افزایش میزان چسبندگی، یکپارچگی مخلوط بتن حفظ گردد.

بتن‌ریزی به دو روش بتن‌ریزی از ارتفاع کم و بتن‌ریزی از ارتفاع زیاد انجام می‌شود.

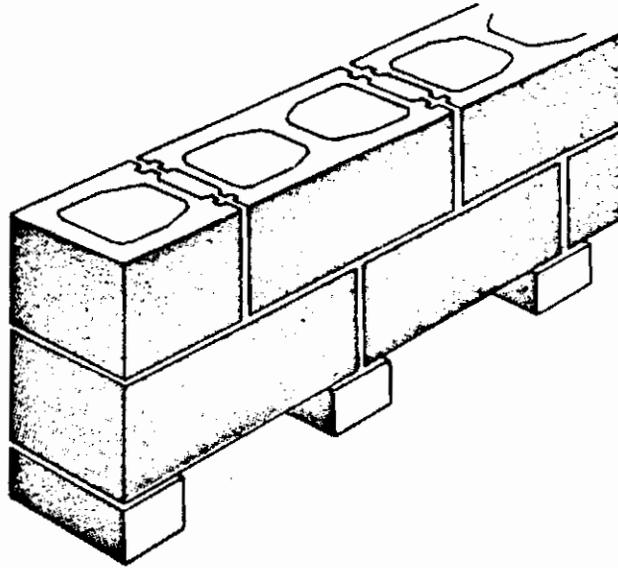
در روش اول، دیوار تا ارتفاع حدود ۱/۲ متر (متناسب با ردیف بلوکها) چیده می‌شود و سپس بتن (مطابق شرح فوق) در داخل فضاهای خالی بلوکها ریخته می‌شود. لازم است هنگام بتن‌ریزی مخلوط بتن حتماً لرزانده شود؛ در صورت دسترسی نداشتن به دستگاه و ویراتور می‌توان از یک قطعه چوب دستی یا مقطع حدود ۴×۲/۵ سانتیمتر برای راندن و کوبیدن بتن به داخل بلوکها استفاده کرد.

روش دوم، بتن‌ریزی از ارتفاع زیاد است که دیوار تا ارتفاع یک طبقه چیده می‌شود و سپس عملیات بتن‌ریزی آغاز می‌گردد. در این روش لازم است از وسایل کار پیشرفته مانند دستگاه پمپ و ویراتور استفاده شود. مطابق شکل ۲، در نظر گرفتن فضای خالی در زیر دیوار برای تخلیه ملاتهای اضافی ضروری است که پس از اتمام عملیات بلوک‌چینی باید با قالب‌بندی مناسب برای بتن‌ریزی آماده شود. در این روش، بتن‌ریزی چند مرحله‌ای است، که در هر مرحله حداکثر ۱/۲ متر از ارتفاع دیوار پر و با دستگاه ویراتور متراکم می‌شود. مرحله بعدی پس از نشست مخلوط بتن و جذب آب آن (که بسته به شرایط، حدود ۱۵ تا ۶۰ دقیقه طول می‌کشد)، انجام می‌گیرد.

۳-۱-۴. بلوک‌چینی مسلح

در صنایع تولید قطعات پیش ساخته بتنی، تولید بلوک، به علت پایین بودن مخارج تولید و امکانات متعدد کاربردی آن از امتیاز ویژه‌ای برخوردار است. بلوک‌چینی به صورت مسلح نیز یکی از روشهای بسیار متداولی است که در اغلب کشورهای صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش، دیوارهایی که لازم است در مقابل نیروهای خمشی و برون محوری مقاومت نمایند، به صورت مسلح پیش بینی می‌شوند. به این ترتیب، می‌توان با داشتن

اطلاعات لازم بنا را در مقابل نیروهای وارده مقاوم نمود؛ به طور مثال، در مناطق زلزله خیز، بلوک چینی مسلح متناسب با شرایط محل می تواند مقاومت مناسبی را تأمین نماید.

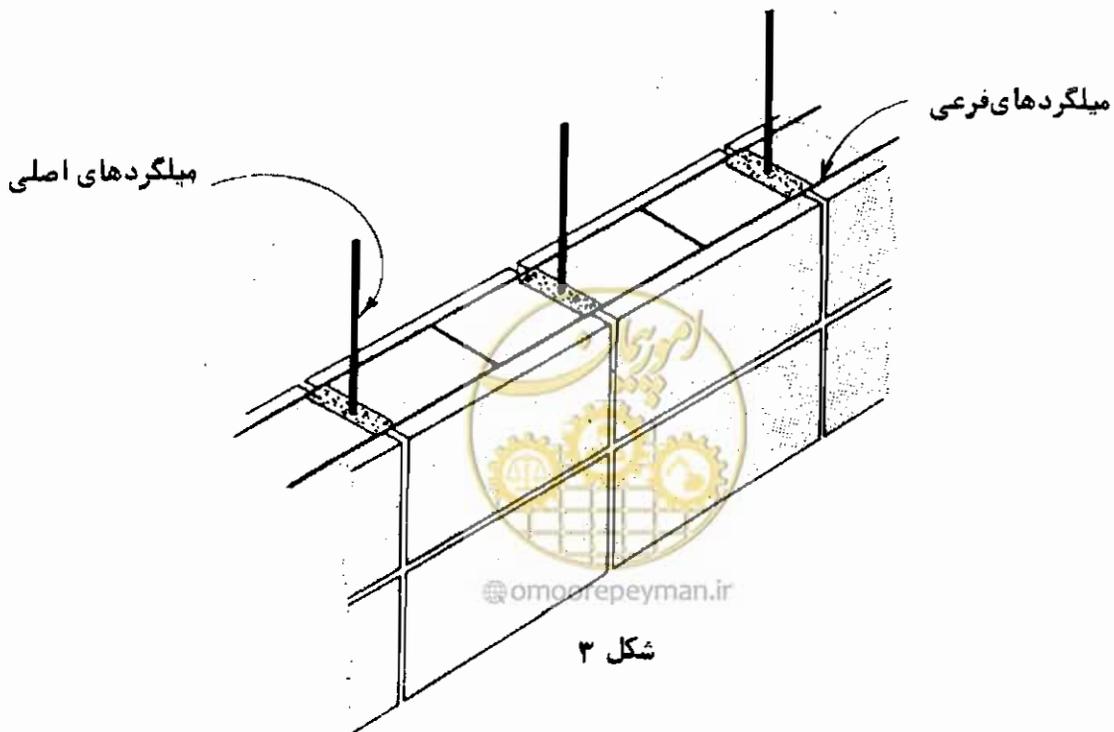


شکل ۲. استفاده از آجر در زیر دیوار، برای راحتی تخلیه اضافات مصالح

۱-۴-۱-۲. روشهای مسلح کردن

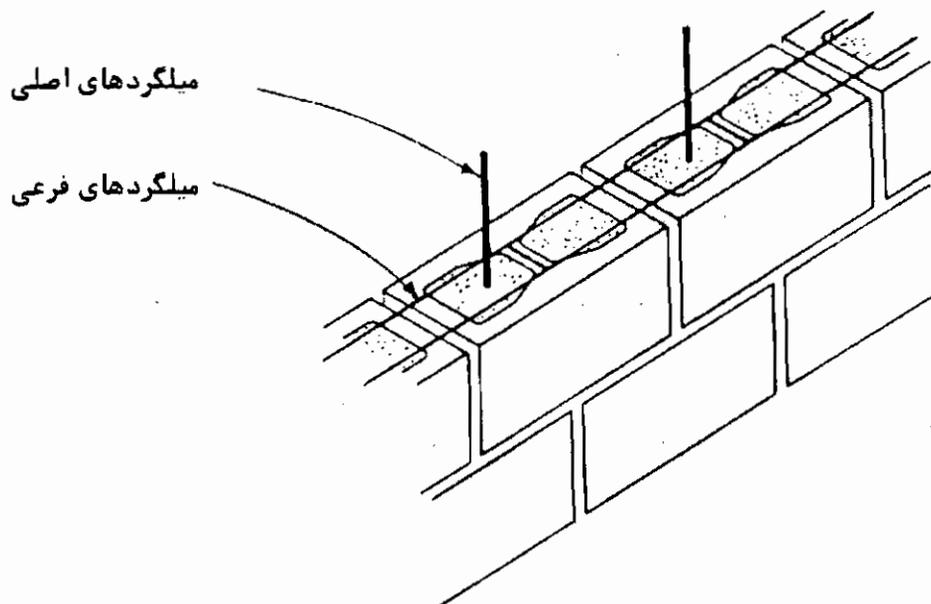
بسته به شکل فیزیکی بلوک بتنی، روشهای مختلفی برای مسلح کردن بلوک چینی طرح و اجرا می شود. در زیر به سه روش از آنها اشاره می گردد:

الف) در صورتی که بلوک چینی با بلوکهای بتنی توپر مطابق شکل ۳ اجرا شده باشد، برای مسلح کردن آن میلگردهای اصلی در بندهای قائم و میلگردهای فرعی به صورت افقی داخل ملات قرار خواهند گرفت.



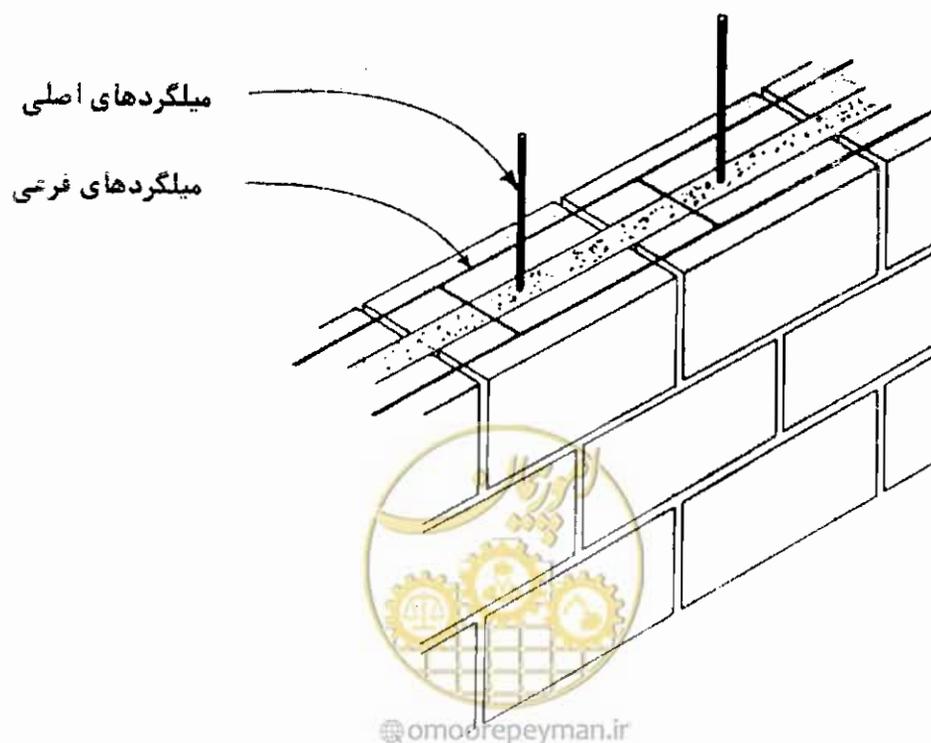
شکل ۳

ب) اگر بلوک چینی یا بلوکهای توخالی مطابق شکل ۴ انجام شده باشد، برای مسلح کردن آن، میلگردهای قائم در داخل فضاهای خالی بلوک و میلگردهای فرعی به صورت افقی در ملات بین بلوکها قرار می‌گیرند.



شکل ۴

ج) اگر دیوار به صورت دو جداره از بلوک بتنی مطابق شکل ۵ چیده شده باشد، از فضای بین دو جدار برای مسلح کردن استفاده خواهد شد، به نحوی که میلگردهای قائم در داخل فضای خالی به صورت قائم و میلگردهای فرعی روی بلوکها و در ملات بین دو بلوک قرار خواهند گرفت.



شکل ۵

۳-۱-۴-۲. مراحل اجرا

الف) بلوک چینی

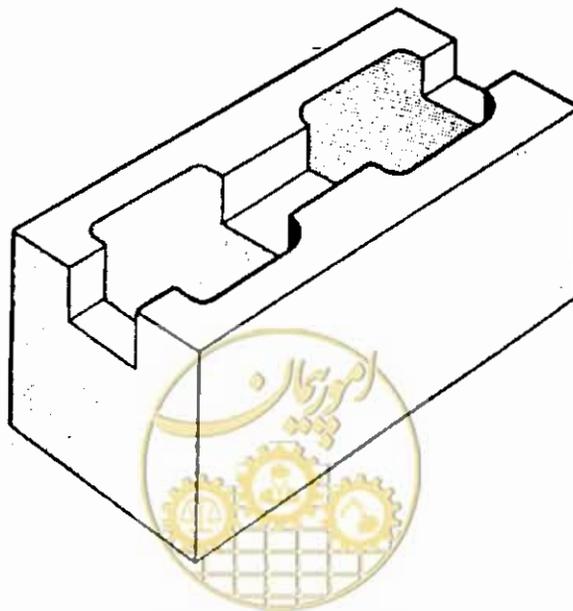
بلوکهای توخالی مورد مصرف در این نوع بلوک چینی باید دارای حداقل فضای خالی (در مقطع افقی) 50×75 میلیمتر باشد، و اگر بتن ریزی پس از اتمام بلوک چینی هر طبقه انجام می شود، باید سطح مقطع افقی فضاهای خالی بلوک حداقل به 75×75 میلیمتر افزایش پیدا کند.

فضاهای خالی بلوکها در هنگام چیدن باید کاملاً بر روی هم و در یک امتداد باشند و ملات گذاری به صورت نواری روی جداره جانبی با دقت انجام گیرد. هنگام عملیات بنایی باید از ریزش ملات و اضافات مصالح بنایی به داخل فضای خالی بلوکها کاملاً جلوگیری شود. نوع ملات و جزئیات کار مشابه بلوک چینی توپر بخش (۳-۱-۲) خواهد بود.

ب) میلگردگذاری

برای مسلح کردن بلوک چینی، از میلگردهای به قطر حداقل ۱۲ میلیمتر به طور قائم در داخل بلوکها و از میلگردهای حداکثر به قطر ۶ میلیمتر (به صورت افقی) در بین ملات بلوکها استفاده می شود. میلگردهای افقی باید حداقل ۲۵ میلیمتر از سطوح خارجی دیوار فاصله داشته باشند و اگر دیوار به صورت پشتواره ای (حایل) در نظر گرفته شود، این فاصله (در سمت خاک) به ۵۰ میلیمتر افزایش پیدا خواهد کرد.

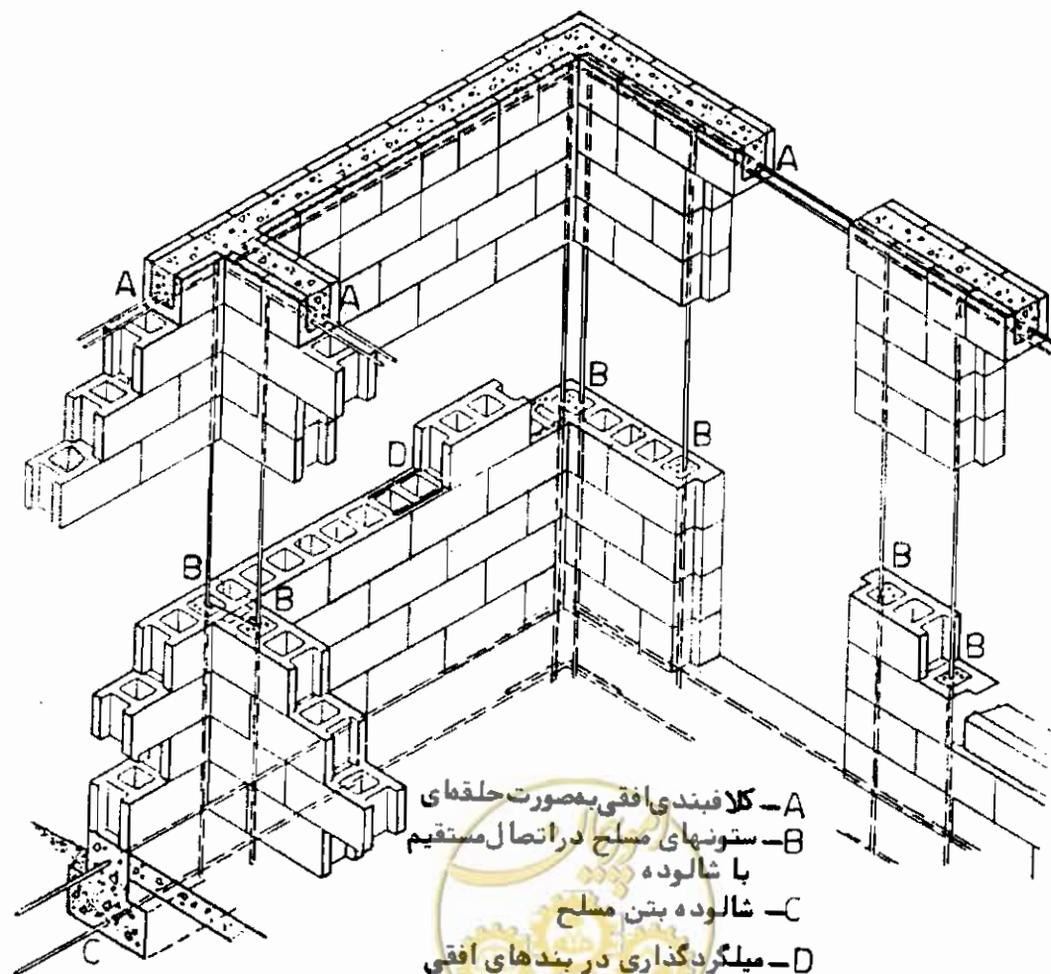
اگر میلگردهای افقی به اندازه بزرگتری نیاز داشته باشند، باید از بلوکهای مخصوص که سطح فوقانی آنها مشابه شکل ۶ شیار دار است، استفاده شود.



میلگردگذاری بر حسب شرایط و امکانات در شروع بلوک چینی و یا پس از اتمام هر طبقه انجام می شود. برای کارهای دقیق و در شرایطی که محل استقرار میلگرد اهمیت دارد، مانند دیوارهایی که در مقابل نیروهای خمشی مقاومت خواهند کرد (مثل دیوارهای حایل)، باید میلگردگذاری از شروع کار انجام شود و میلگردها تا اتمام هر ردیف بلوک چینی در محل مورد نظر با دقت ثابت نگاه داشته شوند. در مواردی که بارگذاری محوری است و محل استقرار میلگردها دقت چندانی ندارد، می توان میلگردها را بعداً "داخل بلوکها" کار گذاشت.

ج) بتن ریزی

حداقل فضای مورد نیاز در داخل بلوکهای بتنی برای مسلح کردن بلوک چینی در مقطع افقی 75×75 میلیمتر باشد. بتن ریزی در این روش نیز مشابه بلوک چینی توپر (۱-۳-۱-۳) به دو صورت همزمان یا مرحله‌ای در ارتفاع کم یا طبقه به طبقه انجام خواهد شد. در مواقعی که فضاهای خالی کوچکتر از اندازه فوق باشد، توصیه می شود ردیف به ردیف با ملات مصرفی، پر شوند، مشروط بر این که مقاومت مورد نظر تأمین شده باشد.



۲-۳. کاربردهای خاص دیوارهای بلوک بتنی

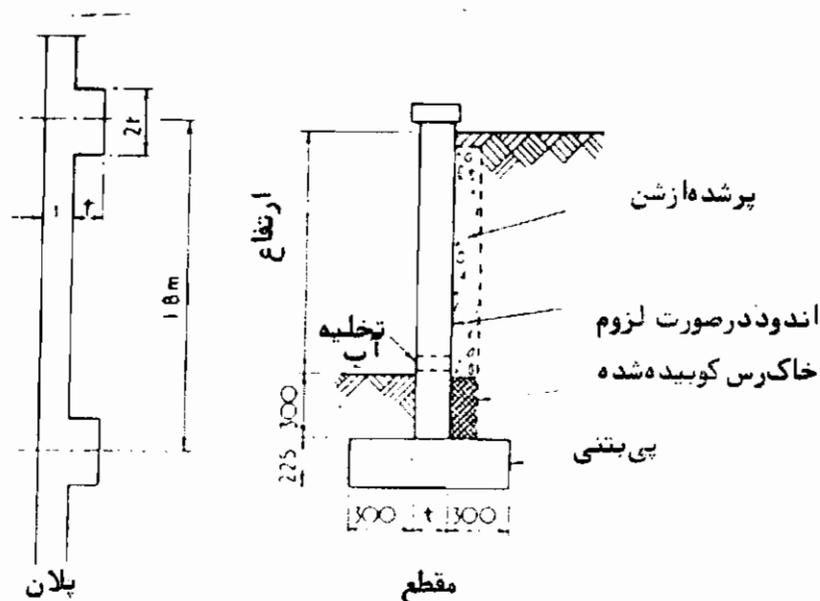
۲-۳-۱. دیوارهای حایل

دیوارهای حایل در بیشتر پروژه‌های مربوط به راه‌وساختان مانند انبارها و مخازن، استخرها، جاده‌سازیها و در بسیاری موارد دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. دیوارهای حایل از بلوک بتنی، بسته به موقعیت و شرایط باربری ممکن است به صورت مسلح و غیرمسلح طراحی و اجرا شوند.

۲-۳-۱-۱. دیوارهای حایل غیرمسلح

توصیه می‌شود که دیوارهای حایل غیرمسلح در شرایطی مورد استفاده قرار گیرند که متکی به بار خود باشند؛ در غیراین صورت، لازم است با برآورد میزان نیروهای خمشی از راه‌های مختلف تعریف شوند، مانند در نظر گرفتن جرز یا ستون که ضخامتی حداقل دو برابر ضخامت دیوار در فواصل $1/8$ متری داشته باشد.

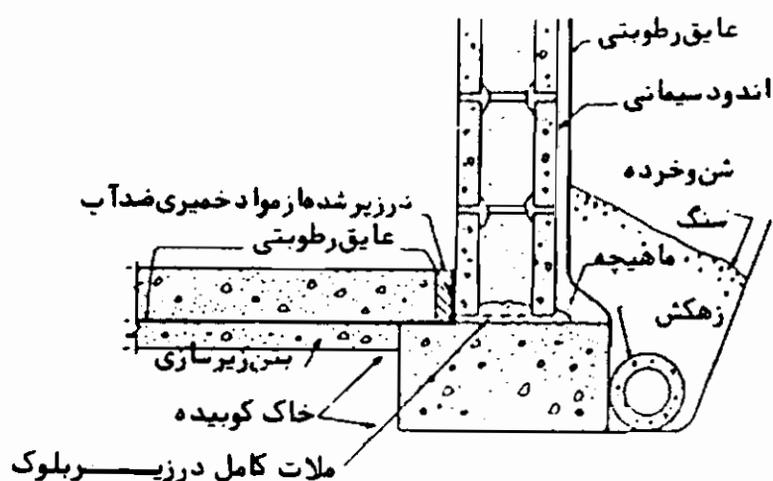
در این شیوه دیوارچینی، عایقکاری به شکل افقی در زیر دیوار به کلی ممنوع است و در شرایط ضروری باید از روش زهکشی آبهای سطحی و زیرزمینی میزان رطوبت را تقلیل داد.



شکل ۸. جزئیات یک نمونه دیوار حایل از بلوک بتنی که به صورت غیرمسلح اجراء شده است.

۲-۳-۱-۲. دیوارهای حایل مسلح

این نوع دیوارها مشابه دیوارهای مسلح که قبلاً شرح داده شد، ساخته می‌شوند. جزئیات اجرایی، میزان میلگردگذاری و مشخصات سازه‌ای مطابق شرایط و مقدار نیروهای وارده، برحسب ضوابط و مقررات محاسبه و برآورد خواهد شد. شکل ۱۰ جزئیات یک دیوار حایل مسلح را نشان می‌دهد که توسط شهرداری لندن به عنوان دیوار ساحلی رودخانه طراحی شده است.



شکل ۹. عایقکاری و زهکشی دیوارهای حایل در زمینهای بسیار مرطوب

در دیوارهای حایل مسلح، در نظر گرفتن درزهای کنترل در هر ۶ الی ۹ متر ضروری است و باید توجه داشت که پشت دیوار حداقل ۱۰ روز پس از اتمام دیوارچینی پر شود.

۲-۲-۳. دیوارهای حصار

بلوک چینی به صورت دیوار حصار بسیار رایج است. از نظر سازه‌ای نیز این نوع دیوار بسیار ساده است زیرا باری بجز وزن خود ندارد و ایستایی آن عمدتاً به میزان ارتفاع و طول دیوار بستگی دارد که لازم است در مقابل فشار باد مقاومت کافی داشته باشد. نکات زیر، هرکدام به نحوی، در تأمین مقاومت دیوار مؤثر است:

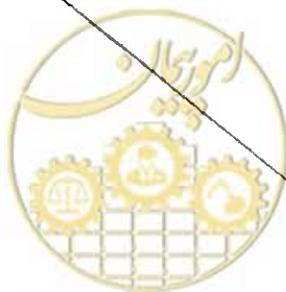
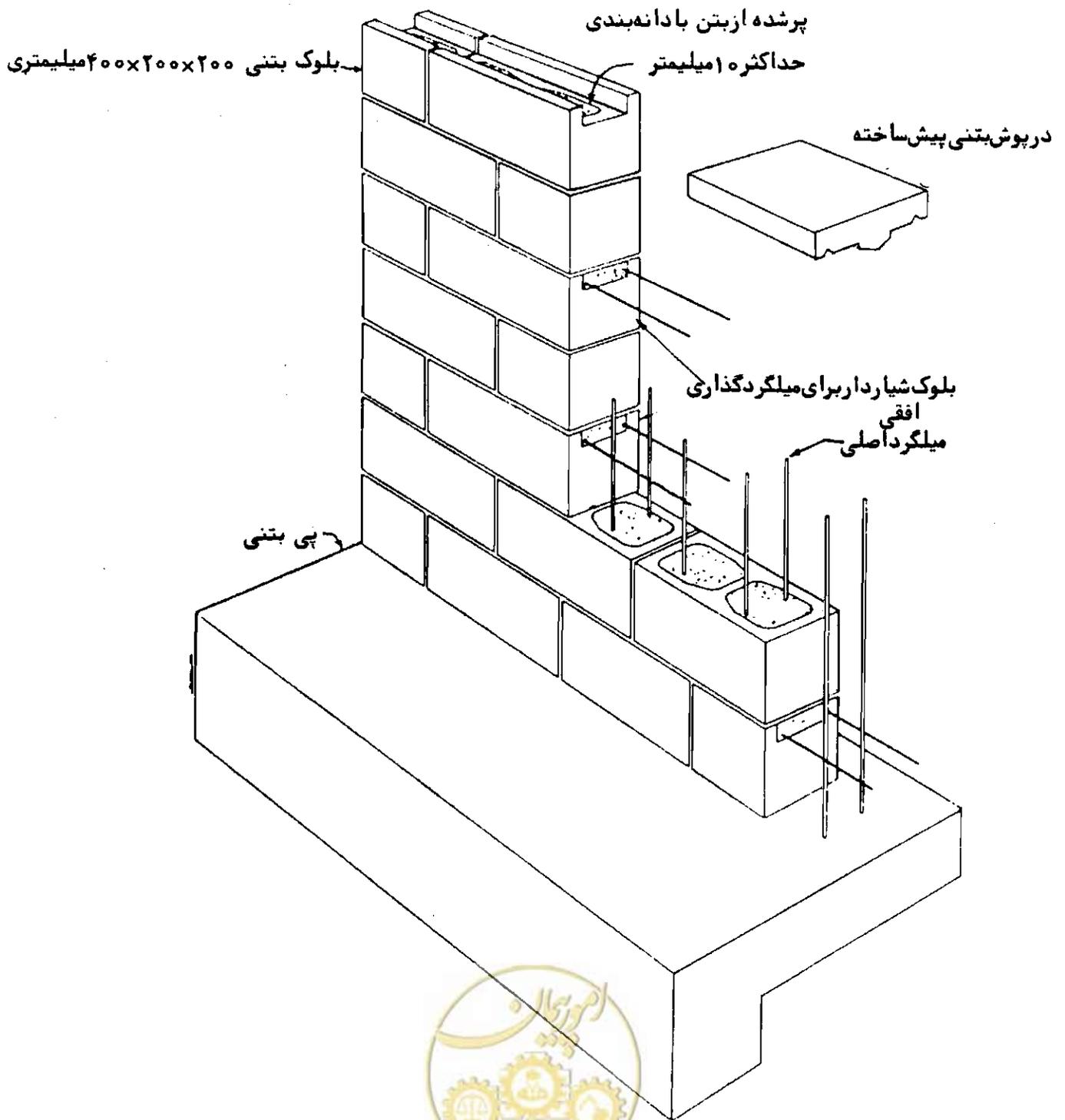
- استفاده از بستها در درزها و اتصالات؛
- استفاده از کلافبندی و در صورت نیاز ستونها و جرزها؛
- رعایت محدودیتهای مربوط به ضریب لاغری (نسبت ضخامت دیوار به طول و ارتفاع)؛
- استفاده از اسکلت بتنی در جا و غیره؛
- مهار کردن دیوار به سایر اجزای ساختمان و یا احداث دیوار پشت بند؛ و بالاخره
- مسلح کردن دیوار.

۳-۳. نازک‌کاری و نماسازی

توصیه می‌شود در ابتدای کار یک دیوار نمونه (حدود چهار ردیف بلوک چینی در طول ۱/۲ متر) با جزئیات کامل شامل نحوه بلوک‌چینی، نوع بلوک، بندکشی، اندودکاری و رنگ‌آمیزی اجرا شده، و در کارگاه به صورت الگو نگهداری شود. این دیوار نمونه در طول عملیات ساختمانی بهتر از هر نوشته یا تصویری مشخصات فنی مورد نظر را به پیمانکاری نشان می‌دهد.

۳-۲-۱. نصب تجهیزات

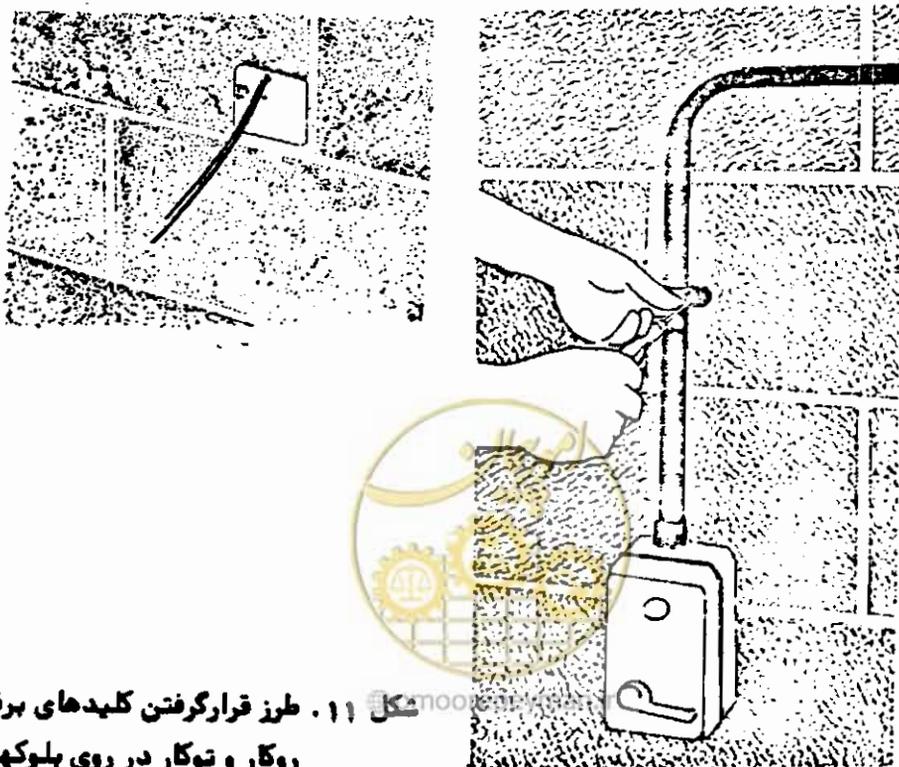
در تعیین ضخامت دیوار، علاوه بر محاسبات سازه‌ای باید به تأسیسات و تجهیزاتی که بر روی آن نصب شده، یا در داخل آن قرار می‌گیرد، توجه داشت؛ انجام شدن پیش‌بینیهای لازم و توجه نکردن به آن حد کفایت، سبب بروز مشکلات در انتهای کار خواهد شد.



برای جاسازی تجهیزات روی دیوار توصیه می‌شود که بلوکها قبل از کار گذاشته شدن، مطابق نقشه‌های اجرایی بریده و اندازه بشوند تا ضمن اجرای دقیق و سریع آسیبی به ایستایی دیوار وارد نشود؛ به طور کلی، باید از ضربه زدن و کندن دیوار پس از اتمام عملیات بلوک‌چینی پرهیز شود. در صورت نیاز به نصب وسایل و یا ایجاد شیار روی بلوکهای بتنی، لازم است از مته‌های برقی یا اره‌های مصالح‌بری دستی استفاده شود، مگر در مورد بلوکهای بتنی سبک که کوبیدن میخ بر آنها امکانپذیر است. شیارهای قائم روی دیوارهای بلوک بتنی را می‌توان حداکثر تا عمق $\frac{1}{4}$ ضخامت دیوار برای جاسازی لوله یا کابل تأسیساتی خالی کرد؛ در صورتی که عمق شیارهای افقی نباید از $\frac{1}{6}$ ضخامت دیوار تجاوز کند. در صورتی که لازم باشد سیستم تأسیساتی در داخل دیوار کار گذاشته شود، بهتر است از بلوکهای توخالی در مسیرهای عمودی و از بلوکهای "ن" شکل در مسیرهای افقی استفاده شود تا لوله‌کشی و یا کابل‌گذاری در داخل آنها به راحتی انجام گیرد. برای نصب کلیدها و سایر وسایل توکار بهتر است محل مورد نظر در گوشه و یا کنار بلوک قرار گیرد که ضمن برش، ایستایی بلوک تضعیف نشود. (شکل ۱۱).

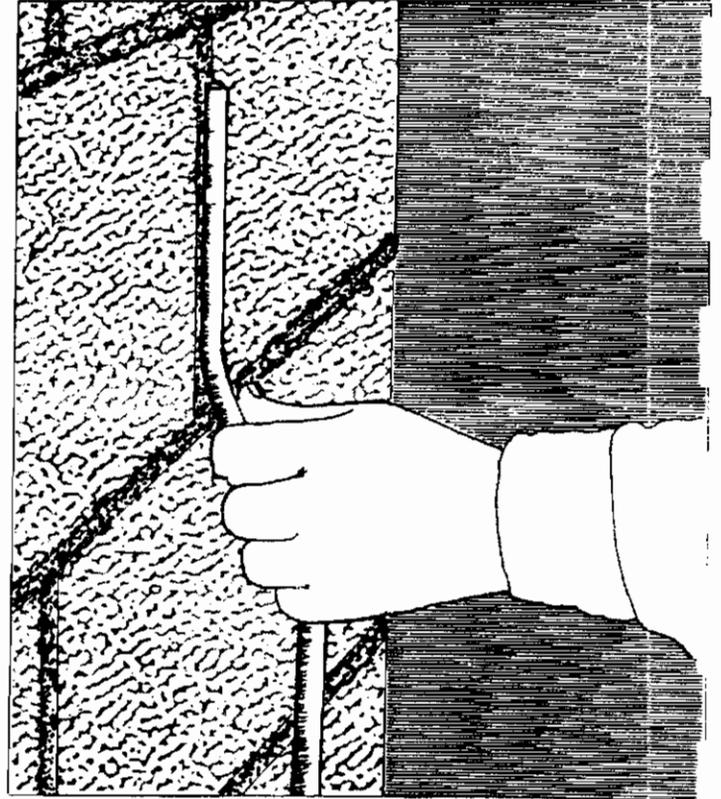
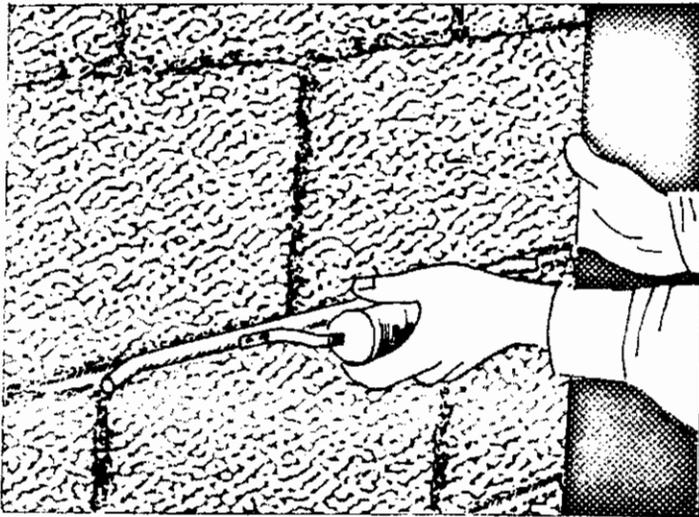
۳-۲. تقویت بندها و بندگشی

هوابندی و زیبایی دیوارهای بلوک بتنی با اجرای دقیق بندها تا حدود زیادی تأمین می‌شود و به همین دلیل، لازم است پس از اجرای بخشی از دیوار تا حدی که ملات در بندها کمی سفت شده باشد، ملات رابه‌صورت مرحله‌ای با ابزار مخصوص این کار کاملاً در بندها به سمت داخل دیوار راند (شکل ۱۲)، و در صورت نیاز (به خصوص در بندهای قائم) ملات بیشتری به آن اضافه نمود تا تراکم لازم کاملاً به دست آید. تقویت بندها به این نحو سبب خواهد شد که اولاً "ملات به علت انقباض ناشی از خشک شدن از بلوک جدا نشود، ثانیاً "میزان هوابندی و صدابندی دیوار به نحو مؤثری بالا برود و بالاخره نمای بلوک چینی دارای بندهای منظم و مرتبی باشد.



شکل ۱۱. طرز قرارگرفتن کلیدهای برقی
روکار و توکار در روی بلوکها

بندها، بسته به اینکه دیوار به چه شکلی ناسازی خواهد شد، آماده می‌شوند. برای اندودکاری (به‌خصوص اگر بلوکهای دارای نمای صاف و ضعیف از نظر چسبندگی باشند)، لازم است قفل و بست ایجاد شود، در این صورت، بندها تا عمق ۱۲ میلی‌متر از سطح خارجی بلوک تمیز و پاک می‌شوند تا اتصال کافی برای نگهداری اندود تأمین گردد. برای بندکشی نمای دیوار لازم است بندها تا ۱۵ میلی‌متر تمیز و پاک شده، و سپس ملات بندکشی با ابزار کاملاً "در داخل بندهای افقی و قائم با فشار رانده شود (شکل ۱۲) تا وقتی که ملات بندکشی هنوز خمیری است، باید با ابزار شکل مورد قبول را به صورت کمی مقعر روی بند ایجاد نمود. (شکل ۱۳).



شکل ۱۲. ابزار زدن بندها، (اول بندهای افقی و سپس بندهای قائم)



شکل ۱۳. شکلهای مورد قبول برای بندکشی

باید توجه داشت که تمام سطوح نما، اعم از قسمتهای مرئی و یا قسمتهایی که در زیرخاک قرار می‌گیرد، باید اندود شده، و بندها نیز تقویت شوند.

– ضخامت بندها هر قدر ظریف و یکسان اجرا شود، استقامت دیوار به همان نسبت بیشتر خواهد شد. توصیه می‌شود که ضخامت بندها حدود ۱۰ میلیمتر در نظر گرفته شود که با شرایط اجرا نسبتاً متناسب است.

– به‌طور کلی، توصیه می‌شود که در بلوک‌چینی، بندهای قائم با بندهای افقی مشخصات یکسانی داشته‌باشند. – عیار ملات بندکشی باید مشابه عیار ملاتی باشد که در بنایی بلوکها به‌کار رفته است، با ماسه نرمتر، مانند ماسه بادی که شکل‌گیری بهتری را امکانپذیر می‌کند.

– به‌طور کلی، توصیه می‌شود که بندها در اول کار همراه با سفتکاری، به نحوی که شرح آن رفت، تقویت شوند؛ از خالی کردن بند بعد از اتمام عملیات بلوک‌چینی باید پرهیز شود.

۳-۳-۳. اندودکاری

۳-۳-۳-۱. آمارسازی زیرکار

برای اندودکاری باید قبل از هر چیز اقداماتی به شرح زیر در مورد زیر کار انجام گیرد:

– نظافت کامل نما با استفاده از برسهای سیمی، به نحوی که داخل کلیه بندها و ترکها پاک شده، و تکه‌های لقی و شکسته ملات جدا شود؛

– در صورتی که تمامی بلوکها به علت سختی زیاد و صافی مانع چسبندگی اندود باشد، باید بندها را حداقل تا ۱۲ میلیمتر کند و خالی کرد؛

– اندودکاری باید پس از خشک شدن کامل ملات بین بلوکها، انجام شود؛

– درزهای کنترل و انبساط در هنگام اندودکاری باید به‌نحو مناسبی حفاظت شوند و با پیش‌بینی جزئیات لازم، قشر اندود در درزهای خاتمه پیدا کند؛

– در جاهایی که زیر کار از دو یا چند نوع مصالح مختلف مانند بلوک بتنی، بتن درجا، ورقه‌های عایق و غیره ترکیب شده باشد، باید در محل فصل مشترک آنها با استفاده از تور سیمی یا ایجاد درز سطحی (یا کنترل) از بروز ترک جلوگیری شود؛

– کلیه اجزای فلزی زیر اندود (مانند بستها، شاخکها، نبشیاها و مهارها) باید قبلاً با رنگ ضدزنگ به‌طور کامل رنگ‌آمیزی شود.

۳-۳-۳-۲. اجرای اندود

بسته به شرایط جوی و خصوصیات بنا، نوع ملات اندودکاری تغییر خواهد کرد. به‌طور کلی، ملات اندودکاری باید سه خصوصیت زیر را دارا باشد:

– پایا باشد.

– در مقابل رطوبت مقاوم باشد

– ظاهر یکنواخت و مناسب داشته باشد.



omoorepeyman.ir

الف) برای تأمین پایایی باید موارد زیر رعایت شود:

– نحوه ترکیب و دانه‌بندی، مخلوط ملات اندودکاری، باید طوری باشد که میزان انقباض، انبساط و مقاومت فشاری

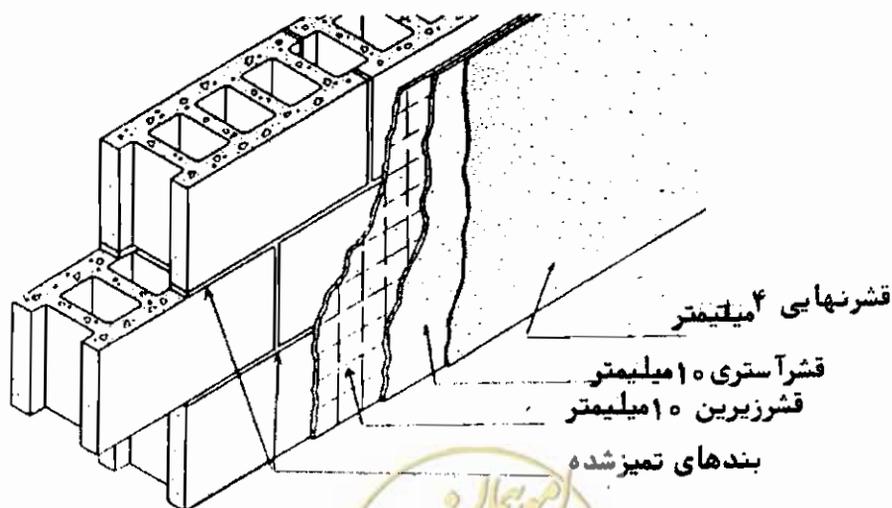
- آن بازبرکار همساز و هماهنگ باشد. در همه حالات، مقاومت ملات اندودکاری نباید از مقاومت مخلوط بتنی زیرسازی بیشتر باشد.
- درزهای کنترل و انبساط باید مطابق جزئیات پیش بینی شده در اندودکاری حفظ شود.
- اندودکاری باید حداقل در دو قشر آستر و رویه (حداقل ۲۰ میلیمتر) مطابق مشخصات فنی^۱ تعیین شده اجرا گردد.
- شرایط اجرا دقیق مطابق مشخصات فنی^۲ رعایت شود.

ب) برای مقاومت در مقابل رطوبت، باید در مرحله اول، طراحی و اجرای مناسب جزئیات ساختمانی برای حفاظت نما از ریزش آب باران مدنظر باشد. و در مرحله دوم، نوع دانه بندی و نحوه ترکیب مخلوط ملات برای تأمین مقاومت لازم بررسی و هماهنگ شود^۳.

ج) اجرای اندودکاری^۴ و دقت در جزئیات اجرایی آن در نماهای ساختمان، بسته به نوع اندود (شمش گیری و رعایت رواداریها)، سبب به وجود آمدن نمای مناسب با ظاهری یکنواخت خواهد شد.

۳-۴- نقاشی دیوارهای بلوک بتنی

در صورتی که بلوک چینی بسیار دقیق و مناسب اجرا شده باشد، رنگ آمیزی روی نمای دیوار، ضمن ایجاد تنوع و زیبایی در نما سازی، از نظر هوا بندی و صدابندی نیز بی تأثیر نخواهد بود. توصیه می شود که برای رنگ آمیزی دیوارهای بلوک بتنی، نکات زیر مورد توجه قرار گیرد:



شکل ۱۴. اندودکاری سیمانی روی دیوار بلوک بتنی

۱. برای مشخصات فنی عمومی اندودکاری، نگاه کنید به: نشریه شماره ۵۵ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی.

۲. همان

۳. همان

۴. همان

- نوع رنگ بهتر است از نوع رنگهایی انتخاب شود که منای سیمان پرتلند دارند، تا با هماهنگی مصالح زیرکار بتواند پایایی بیشتری را تأمین کند.
- برای رنگ آمیزی بهتر است از قلم مو استفاده شود تا با نفوذ بیشتر، ضمن تأمین پایایی، از نظر هوا بندگی و صدا بندگی نیز کارایی بیشتری داشته باشد.
- سطحی که قرار است رنگ آمیزی شود باید قبلاً "با برس سیمی کاملاً" تمیز شود، به نحوی که هرگونه آلودگی مانند شوره، تکه های اضافی ملات و قسمتهای خرد شده که داخل ترکها ریخته است، پاک شود. برای نظافت نباید از آب استفاده شود، زیرا ممکن است پس از خشک شدن دوباره، نمای کار شوره بزند.
- پس از نظافت، محل ترکهای خالی شده و تمام زدگیها باید با ملات نرم سیمان (که نوع و ترکیب آن مشابه ملات اندودکاری است)، مرمت شود؛ محلهای ترمیم شده باید قبل از رنگ آمیزی خشک شده باشند.
- قبل از رنگ آمیزی، بهتر است نمای کار با پیستوله آبی کمی مرطوب شود، بدون اینکه میزان رطوبت به خیس شدن دیوار بینجامد.
- در صورتی که رنگ آمیزی در یک قشر انجام می گیرد، لازم است قبلاً "یک بار روی بندها رنگ زده شود و پس از گذشت ۱۲ ساعت، با مرطوب کردن مجدد نما، قشر اصلی رنگ با قلم مو روی دیوار زده شود.
- شرایط کار از نظر نگهداری، حفاظت و نوع آب و هوا مشابه اندود کاری با سیمان است، یعنی در سرما و گرمای بیش از اندازه و باد شدید باید از نقاشی دیوار پرهیز شود.
- پس از اتمام رنگ آمیزی، لازم است سطوح رنگ شده تا ۴۸ ساعت با پیستوله آبی مرطوب نگاه داشته شود.



منابع

۱. ایران . سازمان برنامه و بودجه . دفتر تحقیقات و معیارهای فنی . جزئیات معماری ساختمانهای آجری (نشریه شماره ۹۲) . تهران : ۱۳۶۳ .
۲. ایران . سازمان برنامه و بودجه . دفتر تحقیقات و معیارهای فنی . مشخصات فنی عمومی گارهای ساختمانی (نشریه شماره ۵۵) . تهران : ۱۳۵۴ .
۳. ایران . سازمان برنامه و بودجه . دفتر تحقیقات و معیارهای فنی . مشخصات فنی عمومی راه (نشریه شماره ۱۰۱) . تهران : ۱۳۶۴ .
۴. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن . ملات بنایی . ترجمه حسن تابش . تهران : ۱۳۵۸ .
۵. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران . بلوکهای سیمانی (شماره استاندارد ایران ۷۰) . چاپ چهارم . تهران : ۱۳۵۷ .
۶. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران . ملاتهای بنایی (شماره استاندارد ایران ۷۰۶) چاپ سوم . تهران : ۱۳۶۱ .
7. Curtin, W.G.; and others. Structural Masonry Detailing. Geanada Publishing, 1984.
8. Gage, Michael; and Tomkirbride. Design in Block Work third edition. The Architectural Press, 1980.
9. Huff, Darrell. How to Work with Concrete and Masonry. Barnes and Noblebook, 1973.
10. Portland Cement Association. Concrete Masonry Handbook. 1951.

