محوطه ساختمان

گودبرداری، پی‌کنی، پی‌سازی

نقشه‌برداری، بررسی زمین، ارزیابی

عدم تشخیص دقیق محل استقرار ساختمان و شرایط سطح آب‌های زیرزمینی، جهت انتخاب شالودهٔ مناسب، اغلب به‌آسیب‌دیدگی غیرقابل جبران سازه‌ای و همچنین بالا رفتن جدی هزینه‌ها منجر می‌گردد.

جابه‌جایی افقی زمین در اثر بار روی شالوده، باعث فرو رفتن شالوده در زمین یا جابه‌جایی افقی آن‌ها می‌شود. این مساله، موجب گسیختگی کامل شالوده‌ها می‌گردد.

نشست در اثر فشردگی زمین ساختمان در زیر شالوده‌ها در اثر بار روی شالوده یا بارهای ایجاد شده توسط سازه‌های مجاور، به‌تغییر شکل و آسیب‌دیدگی (ترک‌ها) سازهٔ اصلی منجر می‌شود.

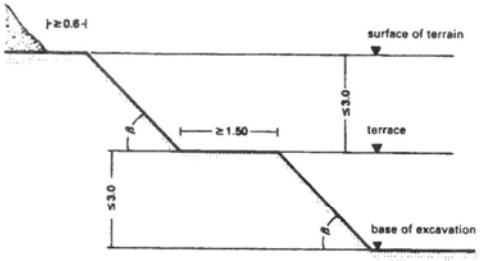
در جاهایی که اطلاعات محلی کافی در مورد طبیعت، خواص مکانیکی، لایه‌بندی و قدرت تحمل لایه‌های خاک وجود دارد، برای تعیین ابعاد شالوده‌های کم عمق (شالوده‌های انفرادی و نواری، شالوده‌های روی تمام سطح و شناور) و شالوده‌های عمیق (شالوده‌های شمعی) می‌توان محاسباتی انجام داد. اگر چنین اطلاعاتی موجود نباشد، بازرسی به‌موقع زمین و در صورت امکان مشاوره با متخصص مربوطه لازم است. این بازرسی، شامل معاینهٔ لایه‌های زمین توسط حفاری (دستی یا با دستگاه مکانیکی)، سوراخ کردن (با متـه مخصوص یا حفاری استوانه‌ای) با استخراج نمونه‌ها و میله‌های آزمایشی خواهد بود. تعداد و عمق بررسی‌های لازم، به‌نقشهٔ توپوگرافی، نوع ساختمان و اطلاعات موجود بستگی دارد.

عمق آب‌های زیرزمینی را می‌توان با فرو بردن لوله‌های اندازه‌گیری به‌درون سوراخ‌های حفر شده و اندازه‌گیری‌های مکرر (تغییرات سطح آب زیرزمینی) بررسی نمود. نمونه‌های آب زیرزمینی را باید از نظر خوردگی بتن نیز آزمایش کرد (مانند حضور سولفات‌ها در آب و غیره).

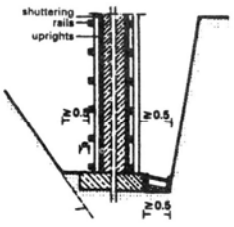
از نمونه میله‌های آزمایشی زمینی (و نمونه‌های استوانه‌ای) بررسی دانه‌بندی ، میزان آب، یکنواختی، چگالی، فشردگی، مقاومت برشی و نفوذ پذیری تعیین می‌گردد. میله‌های آزمایش در حین نفوذ به‌لایه‌های مختلف خاک، اطلاعات مداومی از قدرت خاک و چگالی آن به‌دست می‌دهند.

لازم به‌یادآوری است، نتایج آزمایش‌ها و نظر بازرس متخصص زمین کارگاه، باید به‌نظر مهندسین ناظر ساختمان رسانده شود.

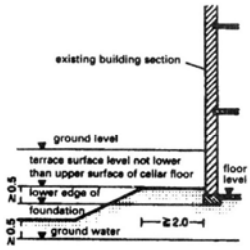
برای شناسایی خاک (سنگ)، طبقه‌بندی عملیات خاکی، مشخصات لایه‌های خاک، لایه‌بندی، شرایط آب‌های زیرزمینی، عمق‌های لازم برای شالوده‌ها/ حفاری، محاسبهٔ مقادیر مصالح حفاری و ساختمان و ایمنی حفاری‌ها، باید به‌استانداردهای محلی و ملی مراجعه شود.



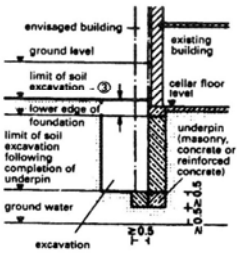
(۱) حفاری شیب‌دار، انباشته کردن و تراس بندی برای جمع‌آوری و پرتاب مواد



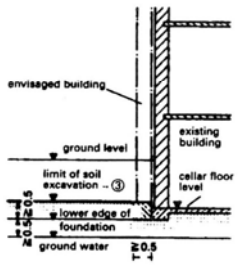
(۲) قالببندی



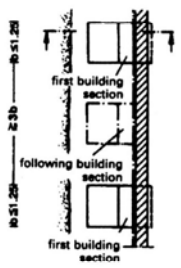
(۳) ایجاد ایمنی برای ساختمان‌های مجاور



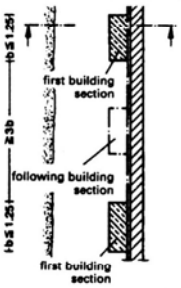
(٤) مقطع از پی‌سازی



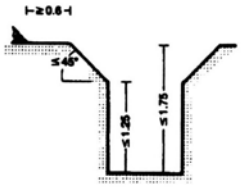
(٦) مقطع از شالوده‌ها



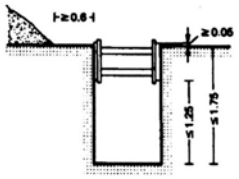
(۵) دید پلان



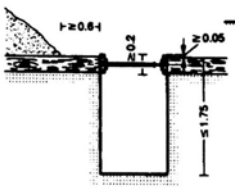
(۷) دید پلان



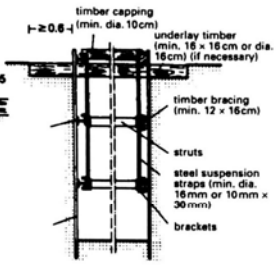
(۸) حفاری با لبه‌های شیب‌دار



(۹) حفاری با ایجاد ایمنی در قسمتی از آن



(۱۰) حفاری با قرار دادن پشت بندها



(۱۱) شمع‌های ورقه‌ای (Sheet Pile) عمودی

گودبرداری

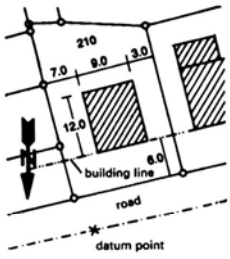
اندازه‌گذاری ساختمان و محوطه

سایت ساختمانی باید نقشه‌برداری شده و پلان خانهٔ پیشنهادی، روی پلان رسمی سایت وارد شود ← (۱)ـ(۲) هنگامی که الزامات مقررات برنامه‌ریزی و ساختمان برآورده و مجوز طراحی صادر شود، شالوده‌ها با میخ‌های چوبی و تخته‌های افقی سایت، مطابق شکل، علامت‌گذاری می‌گردند ← (۴)ـ(۸). به‌جای فراهم آوردن فضای کافی برای کار، باید حفاری از سطح زیر بنای خانه انجام گیرد. اضافه خاک‌برداری، بیشتر یا مساوی ۵۰۰mm باشد ← (۴)◆(۵). شیب کناره‌های محل گودبرداری، به‌نوع زمین بستگی دارد؛ هرچه خاک، شنی‌تر باشد، سطح شیب‌دار صاف‌تر و به‌سطح قائم نزدیک‌تر خواهد بود ← (۴).

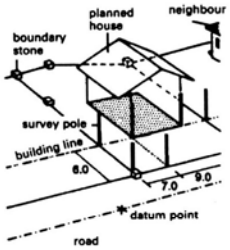
بعد از انجام گودبرداری، نخ‌هایی را که نشان‌دهنده خطوط اندازهٔ خارجی ساختمان هستند باید به‌طور محکم و کشیده در بین تخته‌ها نصب شوند ← (۸). گوشه‌های خارجی ساختمان که محل تقاطع نخ‌ها می‌باشند، با شاقول پیاده می‌شوند. تراز صحیح باید اندازه‌گیری شود ← (۷). اندازه‌ها، با نقاط ثابت تعیین می‌شوند. شمشه‌های آلومینیومی یا چوبی به‌طول ۳ متر را ← (۱۰) با تراز نصب شده روی آن به‌شکل افقی با گذاشتن یک سر آن روی تکیه‌گاه ستون‌ها قرار می‌دهند. تعیین ارتفاع اطراف ساختمان به‌وسیلهٔ چوب‌های خط کشی شده (میر) تعیین می‌شوند.

یک شیلنگ شفاف قابل انعطاف پر شده از آب به‌طول ۲۰ تا ۳۰ متر و دو عدد لوله شیشه‌ای مدرج در انتهای آن، برای تعیین تراز و خواندن سطح آب به‌کار می‌رود. پس از کالیبره کردن شیلنگ تراز و نگه‌داشتن دو شیشهٔ مدرج در کنار هم، می‌توان تمام نقاط سایت را با دقت میلی‌متر بدون دیدن آن نقاط، مقایسه نمود (مثلاً در اطاق‌های مختلف).

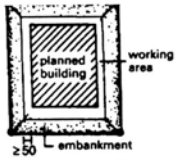
(۱) سایت پلان رسمی



(۲) نقشه سایت با ترسیم خطوط ساختمان

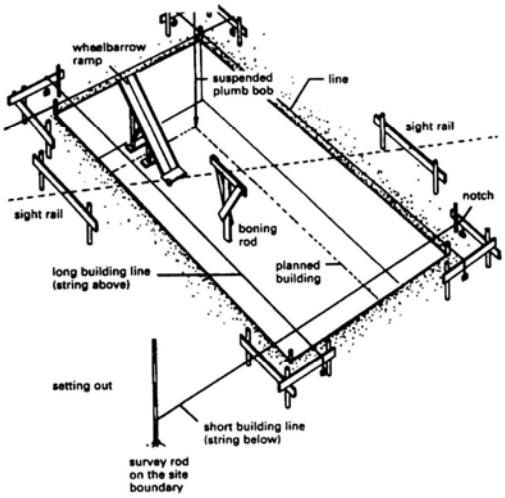


(۳) منزل طراحی شده در رابطه با سایت

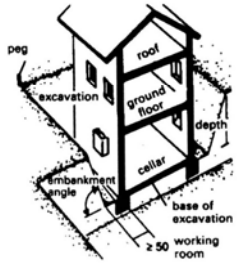


type of ground	embankment angle
loose soil	40°
medium loose soil	40°
firm soil	60°
loose and firm r---	---

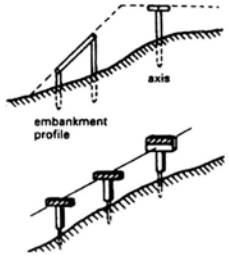
(٤) گودبرداری



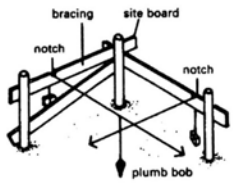
(۸) ترتیب اندازه‌گیری ساختمان در محل



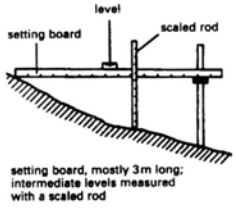
(٥) ساختمان در داخل گود برداری



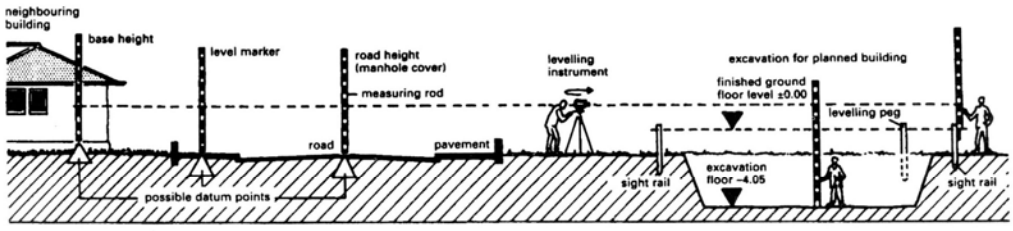
(٦) میله‌های علامت‌گذاری



(۹) تخته کوبی گوشه سایت



(۱۰) شمشه تراز



(۷) اندازه‌گیری ترازهای ساختمان

عملیات خاکی و ساختار شالوده

بازرسی‌های فنی زمین، باید اطلاعات کافی برای برنامه‌ریزی ساخت و اجـرای عملیات ساختمانی را ایجاد نمایند. زمین یا برای اجرای ساختمان (برای شالوده)، و یا برای مصالح ساختمانی (عملیات خاکی) استفاده می‌شـود کـه بـه‌نوع سـاخت و سـاز بستگی دارد. برنامه‌ریزی سازه ساختمان (اگر از نظر قانونی مجاز و با مجوز مسئولین محلی باشد) بر مبنای تشخیص متخصص انجام می‌شود (مثلاً جلوگـیری از سـاخت در منطقهٔ باتلاقی، خاک دستریز، و غیره). نوع سازهٔ ساختمان و شرایط غالب زمیـن، تعیین‌کننده طرح و شکل شالوده است، به‌عنوان مثال پـی منفـرد ← (۷)، پی‌نـواری ← (۸)، پی یکپارچـه ← (۹)، یـا اگـر لایـه‌های زمیـن بـه‌گونـه‌ای اسـت کـه در لایه‌های پایین می‌تواندبارسازه را تحمل نماید، پی‌سازی‌شمعی ← ۱۰) به‌کارمی‌رود.

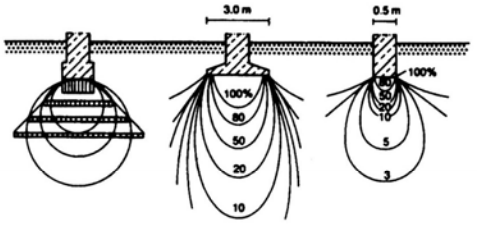
توزیع نیروی فشاری برای مصالح ساختمانی نباید از ۴۵ درجـه و بـرای بتـن از ۶۰ درجه فراتر رود. از شالوده‌های با مصالح بنّایی به‌دلیل هزینهٔ زیاد به‌ندرت استفاده می‌شود. شالوده با بتن غیرمسلح، هنگامی استفاده می‌شود که منطقهٔ توزیع بار نسـبتاً کوچک باشد مثل سازهٔ یک ساختمان کوچک شالودهٔ بتن مسـلح، بـرای دهانـه‌های بزرگ و فشار بیشتر روی زمین به‌کار می‌رود؛ برای آن بتن مسلح اجرا می‌شـوند کـه بتوانند در مقابل نیروی کششی مقاومت نمایند ← (۱۱) + (۱۲). به‌جای بتن ساده و حجیم، بتن مسلح استفاده می‌شود تا ارتفاع پی، وزن آن و عمـق خـاکبرداری کـم شود. برای درزهای با انعطاف و کنار سازه موجود یا کنارهٔ ساختمان ← (۱۳) را نگاه کنید. برای مقطع شالودهٔ یکپارچه ← (۱۴) هنگامی که ظرفیت تحمل بار کـم، یـا هنگامی که پی منفرد و یا پی نواری برای بار در نظر گرفتـه شـده، مناسـب نیسـت. پایین‌تر از نقطهٔ انجماد به‌عنوان مبنا $m < ۰/۸$، برای سازه مهندسی ۱ تـا ۱/۵ مـتر عمق می‌باشد.

روش‌های اصلاح ظرفیت بار برای محل ساختمان

روش متراکم کردن با ویبراتور: با ویبراتور در شعاع ۲/۳ تا ۳ متر تراکـم ایجـاد می‌شود؛ فاصله مراکز تراکم حدود ۱/۵ متر، و پرکردن سایر قسـمت‌ها بـاید انجـام شود. اصلاح به‌دانه‌بندی و لایه‌های اصلی زمین بستگی دارد.

زمین متراکم شده با شمع‌کوبی: قسمت وسط، با مصـالح دانـه‌بندی مختلـف و بدون مواد چسبنده پر می‌شود.

تحکیم و تراکم زمین: فشار تزریـق مـلات سیمان، در زمین‌هـای چسـبنده و زمین‌های با عکس‌العمل در مقابل سیمان قـابل اجـرا نیسـتند؛ فقـط در زمین‌هـای دارای مواد کوارتز (شـنی، ماسـه‌ای و سـنگ‌های سسـت) و تزریـق مـواد شـیمیایی (محلول اسیدسیلیسیک، کلرید کلسیم)؛ با سخت شدن سریع و با دوام قابل قبولند.



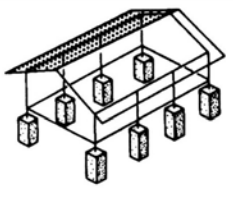
(۱) در عمل، صحیح نیست که فرض کنیم توزیـع فشار، بازاویهٔ ۴۵ درجه یا کمتر انجـام می‌نـود، خطوط با فشارهای مسـاوی (بـه‌طور یکنواخـت) تقریباً بمشکل دایره‌اند

(۲) و (۳) پی‌هـای عریـض نتیجـه تنـش بیشـتری نسبت به‌پی‌های کـم عـرض بـا همـان فشـار پایـه می‌باشند

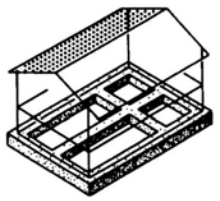
(۴) تداخل تأثیر پی‌هـا، بـاعث خطـر نشست و ایجاد ترک خواهد شد (ایـن مورد، درباره سـاختمان‌های جدیـدی کـه در کنـار سـاختمان‌های قدیمـی احداث می‌شود، قابل اهمیت است)

(۵) پی سازی روی محل بسـر شـده از ماسه به‌ارتفاع ۰/۸ تا ۱/۲ متر کـه در لایه‌های ۱۵ سانتی‌متر متراکم شـده درون دو غاب اجرا شود، بار در سـطح وسیع‌تری از سایت پخش می‌شود

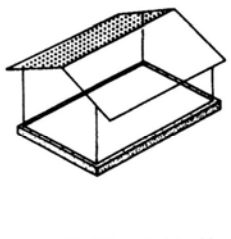
(۶) پی سـازی در کنـارهٔ یـک تپه: خطـوط توزیـع فشـار = زاویه شیب زمین



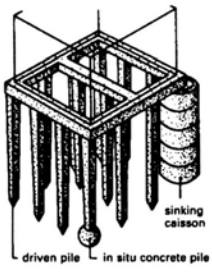
(۷) پی‌هـای منفـرد بـرای سـاختمان بلنـد بـدون زیرزمین



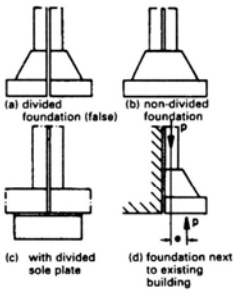
(۸) پی‌های نواری زیاد برای ساختمان‌ها بـه‌کار می‌رود



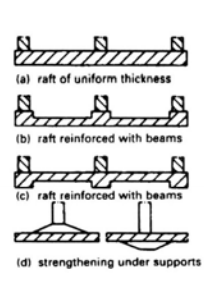
(۹) پی یکپارچهٔ مسلح یا فولاد سازه‌ای



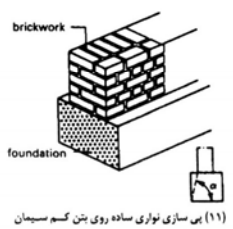
(۱۰) شمع‌های میله‌ای و قطعات فرو شونده بـرای پی سازی عمیق



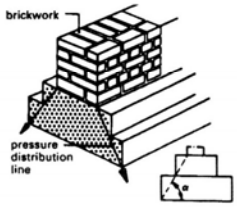
(۱۳) به‌کار بردن پی سازی با خطوط تقسـیمی و درز حرکت



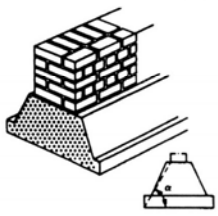
(۱۴) مقطع عرضی از پی سازی یکپارچه



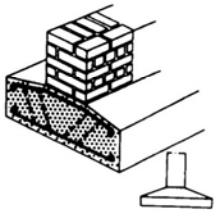
(۱۱) پی سازی نواری ساده روی بتن کـم سـیمان (بتن ساده)



(۱۲) پی عریض پله‌ای با بتن غیرمسلح



(۱۵) پی سازی بخدار با بتن غیرمسلح



(۱۶) پی عریض به‌شـکل یـک صفحـه از بتن مسلح

عملیات خاکی و ساختار شالوده

برای محاسبهٔ فشار فعال خاک بر دیوارهای محافظ ← (۱) و بار مجاز روی خاک زیرین، باید نوع، ترکیب، مقدار، وضعیت تشکیل لایه‌ها و نیروهای طبقات زمین شناخته شده باشند. در جاهایی که اطلاعات محلی کافی نیست، حفاری آزمایشی و چاه‌زنی ضرورت دارد (فاصلهٔ سوراخ‌های حفاری ≧ ۲۵ متر باشد). برای پی سازی شمعی، عمق حفاری آزمایشی تا عمق شمع‌ها ادامه می‌یابد ← (۲). بر مبنای روش اندازه‌گیری، این عمق‌ها می‌تواند تا $\frac{1}{3}$ کم شود (T= ۱/۰ B یا ۲ برابر قطر شمع، اما ≤ ۰/۶ متر). برای فاصلهٔ ضروری بین شمع‌ها و حفاری ← ۳ و برای شمع‌های کوبیده شده ← (۴) را نگاه کنید. ارزش بیان شده، برای دیواره‌های شمعی بسته و سوراخ شده صدق نمی‌کند. برای عمق لازم زمین بار بر در زیر شمع‌ها ← (۵)، و برای شمع‌های بتنی کوبیده شده، سیستم Brechtel ← (۶).

پی‌های شمعی: بارهای وارده به‌زمین باربر، به‌وسیله شمع‌ها یا اصطکاک سطحی انتهای شمع، و یا هر دو منتقل می‌شود، چگونگی انتقال بار به‌زمین زیر بنا و طبیعت شمع کوبی بستگی دارد. پی سازی باربر شمعی: انتقال بار از انتهای شمع به‌زمین باربر و یا به‌وسیلهٔ اصطکاک سطح شمع‌ها انجام می‌شود. پی‌سازی با شمع‌های معلق: در این حالت، شمع‌ها تا زمین باربر فرو نمی‌روند. لایه‌های ضعیف در مقابل بار، به‌وسیله کوبیدن شمع‌ها متراکم می‌شوند.

نوع انتقال بار: اصولاً شمع‌های اصطکاکی بار را ، به‌وسیله اصطکاک سطح به‌محیط اطراف سطح استوانهٔ شمع منتقل می‌نمایند. شمع‌های باربر از انتها: بار، به‌وسیلهٔ انتهای شمع، به‌لایهٔ باربر زمین منتقل می‌شود و در این حالت، اصطکاک سطحی قابل توجه نیست. فشار قابل قبول و مجاز انتهای بعضی از شمع‌ها با عریض کردن انتها بیشتر می‌شود.

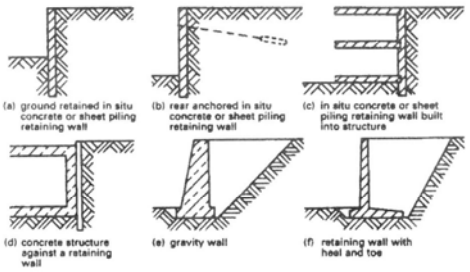
موقعیت شمع‌ها در زمین: پی‌های شمعی با تمام طول خود در زمین عمل می‌کنند. شمع‌های نگه‌دارنده و بیرون زده، شمع‌های به‌تنهایی ایستاده هستند، که فقط قسمت پایین آن‌ها زیرزمین قرار گرفته است. قسمت بالای این شمع‌ها نمایان بوده و آمادهٔ دریافت تنش و بار می‌باشند.

مصالح: شمع‌ها از نوع چوبی ، فلزی، بتنی، بتن مسلح و بتن پیش تنیده وجود دارند.

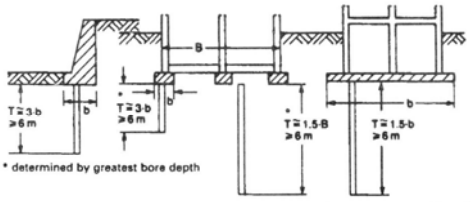
روش کوبیدن شمع در زمین: شمع‌ها را، با چکش‌های شمع‌کوبی به‌درون زمین فرو می‌برند. شمع‌های پوششی را نیز با فشار و شمع‌های درون سوراخ را، پس از سوراخ کردن نصب می‌نمایند و شمع‌های پیچی را، با چرخاندن فرو می‌برند. برای شمع‌های دارای لوله، ابتدا لوله را در زمین فرو برده و پس از ریختن بتن، آن را بیرون می‌کشند. شمع‌هایی که زمین را متراکم می‌کنند یا زمین را سوراخ می‌کنند و یا درون سوراخ ایجاد شده قرار می‌دهند با هم اختلاف دارند.

نوع بارگذاری: شمع‌هایی که بار، بر مرکز آن‌ها وارد می‌شود: بر شمع‌های باربر، می‌توان تنش‌های فشاری وارد کرد بار، از یک نقطهٔ فشاری و سطح اصطکاک منتقل می‌شود. شمع‌های کششی در برابر تنش‌های کششی مقاومت دارند و بار را به‌وسیله اصطکاک سطحی منتقل می‌نمایند. شمع‌هایی با بار افقی و شمع‌های نگه‌دارنده و بیرون زده، در برابر تنش‌های افقی مقاومت می‌نمایند. مثل شمع‌های بزرگ درون سوراخ قرار داده شده و ورق‌های کوبیده شده (Sheet piles).

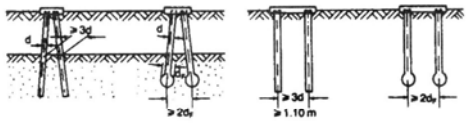
تولید و نصب: شمع‌های پیش ساخته را، در بخش‌های تمام شده می‌سازند و به‌محل نصب منتقل کرده، با شمع کوب، یا روش‌های فشردن، ویبره کردن، چرخاندن و یا قراردادن درون سوراخ اجرا شده در درون زمین نصب می‌نمایند. شمع‌های در جا مانند درون سوراخ، شمع درون لوله، شمع‌های مته‌ای و شمع‌های سیلندری را در سوراخ ایجاد شده روی زمین اجرا می‌نمایند. در پی‌سازی شمعی مخلوط، از شمع‌های اجرا شده در جا و شمع‌های پیش ساخته همراه با هم استفاده می‌شود. شمع‌های اجرا شده در جا، این امتیاز را دارند که طول آن‌ها در اجرا اهمیتی نداشته و می‌توانند بر مبنای نتیجهٔ تراکم، و آزمایش خاک زمین که هنگام حفاری بیرون آمده طراحی شوند.



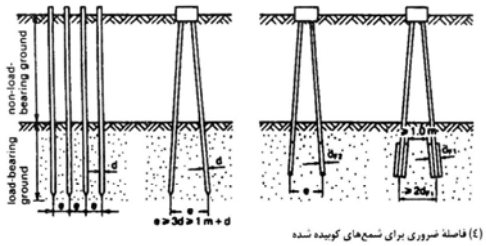
(۱) سازه‌های ساختمانی متناسب با نگه‌داری فشار خاک



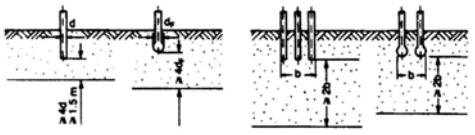
(۲) حداقل عمق برای حفاری‌های آزمایشی



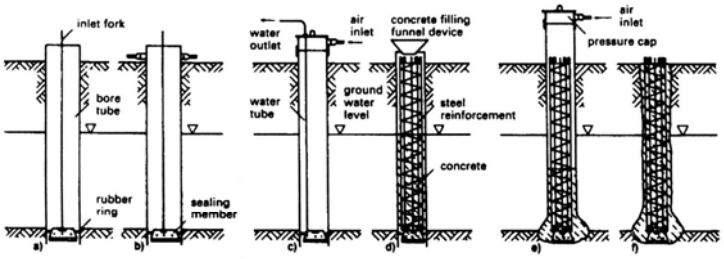
(۳) فاصلهٔ ضروری برای شمع‌های با حفاری



(٤) فاصلهٔ ضروری برای شمع‌های کوبیده شده



(۵) عمق ضروری زمین باربر در زیر شمع‌های با حفاری



(٦) شمع‌های فشرده شده با حفاری (سیستم Brechtel)

زهکشی ساختمان و سایت

زهکشی زیر زمین خارجی، عمدتاً نوعی زهکشی است که درخارج از پلان ساختمان قرار می‌گیرد و زهکشی‌های زیر نواحی زیر زمین، به عنوان زهکشی‌های داخلی در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به نقشه توپوگرافی منطقه، عمق‌های مورد نیاز ۰/۸ متر، ۱/۰ متر و ۱/۲ متر می باشند. در آب و هواهای بسیار سرد، برای حفاظت در برابر یخ زدگی لازم است که تمهیداتی انجام گیرد.

تغییرات برای زهکشی‌های اصلی را باید فقط با اتصالات و زانویی پیش ساخته انجام داد و هر زانویی تکی نباید از ۴۵° بزرگ‌تر باشد. اگر اتصال زهکشی‌ها را نمی‌توان با اتصالات پیش‌ساخته اجرا نمود، لازم است که دریچهٔ آدم رو ساخته شود. اتصالات دوتایی غیر قابل دسترس مجاز نیست و در یک زهکشی، در جهت جریان آب، اتصال لوله بزرگ‌تر به لوله باریک‌تر نباید صورت گیرد (به استثنای زهکشی آب باران در خارج از ساختمان‌ها).

nominal dimensions, DN (mm)		minimum falls for: foul water drains within buildings	rainwater drains within buildings	combined drains within buildings	foul water drains outside buildings	rainwater and combined drains outside buildings
up to	100	1:50	1:100	1:50	1:DN	1:DN
	125	1:66.7	1:100	1:66.7	1:DN	1:DN
	150	1:66.7	1:100	1:66.7	1:DN	1:DN
from	200	$1:\frac{DN}{2}$	$1:\frac{DN}{2}$	$1:\frac{DN}{2}$	1:DN	1:DN
fill level *h/d*		0.5	0.7	0.7	0.5*	0.7**

* for ground drains greater than 150 mm dia.; also 0.7
** for ground drains greater than 150 mm dia. connected to a manhole with open throughflow; also 1.0

(۲) حداقل افت در زهکشی‌ها

material	internal connecting drains	stacks	internal collection drains	u/ground drains: inaccessible: in building	u/ground drains: in earth	vent pipes	rainwater drains: within buildings	rainwater drains: in the open	condensation pipes from boilers	fire resistance
clay pipes with sleeves	–	–	+	+	+	–	+	–	+	A1 non-combustible
clay pipes with straight ends	–	+	+	+	+	–	+	–	+	A1
thin-walled clay pipes with straight ends	+	+	+	+	+	+	+	–	+	A1
concrete pipes with rebate	–	–	–	–	+	–	–	–	–	A1
concrete pipe with sleeve	–	–	+	+	+	–	–	–	–	A1
reinforced concrete pipe	–	–	+	+	+	–	–	–	–	A1
glass pipe	+	+	+	–	–	+	+	–	+	A1
cement fibre pipe	+	+	+	+	+	+	+	+	–	A1 non-combustible
cement fibre pipe	–	–	+	+	+	–	–	–	–	A2
metal pipe (zinc, copper, aluminium, steels)	–	–	–	–	–	–	–	+	–	A1
cast iron pipe without sleeve	+	+	+	+	+	+	+	+	–	A1
steel pipe	+	+	+	+	+	+	+	+	–	A1
stainless steel pipe	+	+	+	+	+	+	+	+	+	A1
PVC-U pipe	–	–	–	+	+	–	–	–	+	B1 low combustibility
PVC-U pipe, corrugated outer surface	–	–	–	+	+	–	–	–	+	–
PVC-U pipe, profiled	–	–	–	+	+	–	–	–	+	–
PVC-U foam-core pipe	–	–	–	+	+	–	–	–	+	–
PVC-C pipe	+	+	+	+	–	+	+	+	+	B1
PE-HD pipe	+	+	+	+	–	+	+	+	+	B2 combustible
	–	–	–	+	+	–	–	–	+	–
PE-HD pipe, with profiled walling	–	–	–	–	+	–	–	–	+	–
PP pipe	+	+	+	+	–	+	+	–	+	B1
PP pipe, mineral reinforced	+	+	+	+	–	+	+	–	+	B2
ABS/ASA/ PVC pipe	+	+	+	+	–	+	+	–	+	B2
ABS/ASA/PVC pipe, mineral reinforced outer layer	+	+	+	+	–	+	+	–	+	B2
UP/GF pipe	–	–	–	+	+	–	–	–	+	–

key: + use permitted, – use not permitted or inappropriate

(۱) انواع مصارف لوله‌های زهکشی از جنس مصالح مختلف

زهکشی ساختمان و سایت

محاسبه جریان فاضلاب

ضریب تعیین کننده در محاسبه اندازه اسمی سوراخ، حداکثر خروجی فاضلاب قابل انتظار V_s است، که توسط مجموع مقادیر اتصالات و یا درصورت مناسب بودن، مصرف موثر آب، با در نظر گرفتن مصرف همزمان سرویس‌های بهداشتی مختلف، به دست می‌آید:

$$V_s = K.\sqrt{\Sigma AW_s} + V_e$$

مقادیر راهنما برای ضریب خروجی فاضلاب، K در جدول ۲ مشخص و مقادیر مثال‌های اتصال Aws در جدول ۳ درج شده است.

اگر مقدار خروجی فاضلاب V_s از بزرگ‌ترین مقدار اتصال یک سرویس بهداشتی تکی کوچک‌تر باشد، مقدار اخیر را باید در نظر گرفت. در سیستم‌های زهکشی که در طبقه‌بندی ساختمانی درج شده در جدول ۲ قید نشده ، مقادیر K باید مطابق با مصارف انفرادی محاسبه گردند.

K (l/s)	نوع ساختمان، سیستم زهکشی
0.5	ساختمان‌های اپارتمانی، رستوران‌ها ، مهمانخانه‌هادفترهای اداری، مدارس
0.7	بیمارستان‌ها، رستوران‌های بزرگ، هتل‌ها
1.0*	خشک شویی‌ها، ردیف‌های دوش
1.2*	اتصالات آزمایشگاهی در سازمان‌های صنعتی
* در مواردی که کل جریان آب V_e مرتبط نیست.	

(۲) ضرایب خروجی فاضلاب

sanitary fitting or type of drainage pipe	connection value AW_s	DN of the single connecting drain
hand basins, vanity units, bidets, row of wash basins	0.5	50
kitchen waste run-off (single/double sink), including dishwasher for up to 12 covers, floor gully, washing machine (with trapped drain) for up to 6kg dry laundry	1	50
washing machines for 6–12kg dry laundry	1.5*	70*
commercial dishwashers	2*	100*
floor gullies: nominal bore 50	1	50
nominal bore 70	1.5	70
nominal bore 100	2	100
WC, basin type dishwasher	2.5	100
shower tray/unit, foot bath	1	50
bath tub with direct connection	1	50
bath tub with direct connection, (up to 1m length) above floor level, connected to a drain DN ≥70	1	40
bath tub or shower tray with an indirect connection, connection from the bath outlet less than 2m length	1	50
bath tub or shower tray with an indirect connection, connection from the bath outlet longer than 2m length	1	70
connecting pipe between bath overflow and bath outlet	–	≥40
laboratory sink	1	50
outlet from dentists' treatment equipment (with amalgam trap)	0.5*	40*
urinal (bowl)*	0.5	50
		nominal bore of internal collecting drain
number of urinals: up to 2	0.5	70
up to 4	1	70
up to 6	1.5	70
over 6	2	100
* using these given estimated values, the actual values should be calculated		

(۳) مقادیر اتصال سرویس‌های بهداشتی ومقادیر اصلی (پایه) برای سوراخ‌های اسمی اتصالات تکی زهکشی (زهکشی‌های انشعابی) جدول شماره ۱

عبارت	علامت مشخص	واحد	توضیح
مقدار بارندگی	$r_{T(n)}$	$l/(s.ha)$	مقدار آب باران مطابق با بخش ساختمانی سیستم زهکشی محاسبه می‌شود ودر آن مدت بارندگی (T) و شدت آن (n) موثر است.
مساحت بارندگی	A	m^2	مساحتی که در بارندگی قرار می‌گیرد و به صورت صفحه‌ای افقی اندازه‌گیری شده (A) و از آن، آب باران به سیستم زهکشی جریان می‌یابد.
ضریب خروجی (فاضلاب)	ψ	l	در مفهوم این استاندارد، رابطه بین آب بارانی که به درون سیستم زهکشی جریان می‌یابد و نسبت به کل مقدار آب بارانی در مساحتی که بارندگی انجام شده می‌باشد.
جریان آب	V_e	l/s	حجم موثر جریان آب، بدون در نظر گرفتن پدیدهٔ همزمانی
خروجی آب باران	V_r	l/s	خروجی آب باران از یک مساحت بارندگی متصل شده، حاصل از یک مقدار بارندگی
خروجی فاضلاب	V_s	l/s	خروجی در لوله‌های زهکشی، حاصل از تعداد واحدهای بهداشتی متصل به آن، با در نظر گرفتن پدیده همزمانی
خروجی فاضلاب مرکب	V_m	l/s	مجموع مقدار خروجی فاضلاب و خروجی آب باران $V_m=V_s+V_r$
جریان پمپاژ	V_p	l/s	حجم جریان محاسبه شدهٔ یک پمپ و غیره
مقدار اتصال	Aw_s	l	مقدار مربوط به یک سرویس بهداشتی برای محاسبهٔ لولهٔ زهکشی زیر: $1Aw_s = 1l/s$
ضریب خروجی زهکشی	K	$\sqrt{s}$	مقدار آن به نوع ساختمان بستگی دارد و از خصوصیات فاضلاب خروجی حاصل می‌گردد.
ظرفیت خروجی	V_γ	l/s	مقدار خروجی محاسبه شده ازدرون لولهٔ زهکشی هنگامی که پر شده است، بدون فشارهای استاتیک مثبت یا منفی
خروجی در وضعیت نیمه پر	V_T	l/s	خروجی از لوله زهکشی ، هنگامی که نیمه پر است.
درصد پر بودن	h/d_i	-	رابطه بین ارتفاع پر بودن (h) و قطر (d_i) یک لوله زهکشی افقی
افت	I	Cm/m	اختلاف سطح (در سانتیمتر) اصولی یک لوله روی بیش از یک متر طول آن یا تناسب نسبی آن (مانند ۱:۵۰ = ۲cm/m)
سختی عملی	K_b	mm	مقدار سختی، با در نظر گرفتن تمام افت جریان در لوله‌های زهکشی
قطر داخلی اسمی	DN	-	این مقدار، اندازهٔ اسمی است که برای تمامی سرویس‌های سازگار (مانند لوله‌ها، اتصالات لوله‌ها و زانویی‌ها) به کار می‌رود و باید مشابه قطرداخلی اصلی باشد و البته ممکن است به جای قطر داخلی اصلی در محاسبات هیدرولیک، (زمانی که مساحت سطح مقطع محاسبه شده از کوچک‌ترین قطر داخلی واقعی بیشتر از ۵ درصد کمتر از مقدار محاسبه شده از قطر داخلی اسمی نباشد) استفاده شود (در رابطه با سطح مقطع دایره‌ای، این مقدار حدود ۲/۵ درصد است).
قطر داخلی واقعی	D_s	mm	ابعاد داخلی (قطر) لوله‌ها، اتصالات، درپوش‌های آدم روها و غیره، با تلرانس‌های خاص مجاز × (که به عنوان مشخصات ساخت استفاده می‌شود تا خصوصیات سطح مقطع مورد لزوم تامین گردد مانند مساحت، محیط و غیره ...)
حداقل قطر داخلی	DS_{min}	mm	مطابق با مقررات، کوچک‌ترین قطر داخلی مجاز، توسط کوچک‌ترین ابعاد قطر داخلی واقعی قابل قبول مشخص می‌شود.
حداقل قطر داخلی	D_{imin}	mm	حداقل قطر داخلی لوله‌های زهکشی ، در ارتباط با ۵ درصد تلرانس مجاز از ابعاد قطر داخلی اسمی
پر شدن بیش از حد	-	-	وضعیتی که فاضلاب و یا آب باران از سیستم زهکشی خارج می‌شود و یا نمی‌تواند وارد آن شود (بدون در نظر گرفتن این که درون ساختمان یا در فضای باز اتفاق می‌افتد).
بارگذاری اضافی	-	-	وضعیتی که فاضلاب یا آب باران تحت فشار وارد سیستم زهکشی می‌شود، اما به سطح نشست نکرده بنابراین ایجاد پرشدگی بیش از حد نمی‌کند.
بخش زهکشی	T_s	m	بخشی از سیستم زهکشی که در آن حجم فاضلاب، قطر(d_i) و / یا افت I لوله‌های زهکشی تغییر نمی‌کند

* در زمان حال: حد پایین ابعادی

(۱) اصطلاحات زهکشی‌های ساختمان و سایت

زهکشی ساختمان و سایت

اندازه گذاری سیستم‌های زهکشی به دنبال اتصال و نصب پمپاژ

محاسبات سیستم زهکشی بدون فشار، با نصب پمپ به شرح زیر است:

a) در زهکشی آب باران، جریان پمپاژ شده از پمپ V_p به خروجی آب باران V_r افـزوده می‌شود.

b) در سیستم زهکشی و فاضلاب، بزرگ‌ترین مقدار مربوطه (جریان پمپاژ شده یا جریـان فاضلاب باقی‌مانده) باید در نظر گرفته شود، با این شرط که افزودن V_p ,V_m و یا V_s به پـر شدن کامل ، سیستم لوله‌کشی زیر زمینی یـا روی زمیـن زهکشـی منجـر نگـردد. لازم اسـت آزمـایش محاسـبه پـر شـدن کـامل، لولـه‌ها فقـط روی لولـه‌هایی کـه دارای سـطح پرشـدن h/d_i = ۰/۷ هستند انجام گیرد. اگر چند پمـپ فـاضلاب در سیسـتم زهکشـی زیرزمینـی و روی زمین نصب شده است، بدین ترتیب کل جریان پمپاژ شده پمپ‌ها را می‌تـوان کـاهش داد (به عنوان مثال، برای هر پمپ اضافه شده، V_p ۰/۴ اضافه می‌شود).

اندازه گذاری لوله‌های فاضلاب: لوله‌های اتصالی جدول ۳

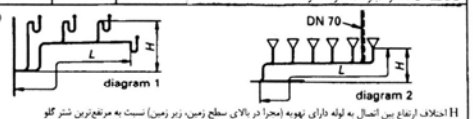
لوله‌های اتصالی تکی حاصل از دستشویی‌های کوچک، واحدهای سینک و بیده‌هـا را کـه بیش از سه تغییر جهت ندارند (شامل خم خروجی شتر گلو) مـی تـوان بـا لولـه‌های بـا انـدازه اسمی۴۰cm ساخت و اگر بیش از سه تغییر جهت وجود داشته باشد، اندازه اسمی لوله بـاید ۵۰ باشد.

زهکشی جمع‌آوری داخلی

در سیستم‌های زهکشی جمـع آوری داخلـی بـدون تهویـه، طـول زهکشـی L (شـامل دورترین اتصال انفرادی) برای لوله‌هایی با اندازه اسمی ۵۰ نباید از ۳ مـتر، بـرای لولـه‌های بـا اندازه اسمی ۷۰، از ۵ متر و برای لوله‌های با اندازه اسمی ۱۰۰، از ۱۰ متر بیشتر نباشـد (بـدون در نظر گرفتن اتصال توالت). در جاهایی که طول‌های بیشـتری لازم اسـت، بـاید از لولـه‌های بزرگ‌تر و یا از سیستم لوله‌کشی با تهویه استفاده شود. در سیستم زهکشی جمع‌آوری داخلـی با طول بیش از ۵ متر و اندازه اسمی ۱۰۰، اتصالات WC و اُفت‌های H یک مـتر یـا بیشـتر، لازم است از تهویه استفاده شود.

DN در ارتباط با مشخصات طرح		لوله‌های جمع‌آوری زهکشی در بالای سطح زمین			
		DN	مشخصات طرح		بزرگ‌ترین مقدار مجاز ΣAW_s
بدون تهویه DN			طول L(m)'	ارتفاع H(m)'	بدون تهویه	با تهویه
50	–	50	up to 1	up to 3	–	1
70 from stack	50	50	over 1 up to 3	up to 6	1.5	1
70	–	70	up to 1	up to 5	–	3
100 from stack	70	70	over 1 up to 3	up to 10	4.5	3
100	–	100 without WC	up to 1	up to 10	–	16
–	100		over 1 up to 3			
ventilation essential		50	over 3	over 6	1.5	–
		70	over 3	over 10	4.5	–
		100 without WC	over 3	over 10	25	–
100	–	100 with WC	up to 1	up to 5	–	16
ventilation essential			over 1	over 5	25	–
ventilation essential		all			>16	–
WC با یک واحد دستشویی روی همکف - H حداقل ۴ متر بالای لوله زهکشی افقی قرار دارد - فاصله WC از مجرا حداکثر ۱ متر		100			–	3

1)



H اختلاف ارتفاع بین اتصال به لوله دارای تهویه (مجرا در بالای سطح زمین، زیر زمین) نسبت به مرتفع‌ترین شتر گلو
L طول صاف لوله متصل به دورترین شترگلو

(٤) اندازه اسمی قطر داخلی لوله‌های فاضلاب در بالای سطح زمین برای اتصال به شبکه لوله کشی

type of unit	ΣAW_s
a) آپارتمان چند اتاقه - برای زهکشی از تمام توالت ودستشویی‌ها و آشپزخانه نوع واحد	5
b) آپارتمان چند اتاقه - برای زهکشی از تمام توالت ودستشویی‌ها، اما بدون آشپزخانه	4
آپارتمان کوچک - برای زهکشی از تمام سرویس‌های بهداشتی	4
اتاق‌های هتل‌ها ومشابه آن - برای زهکشی از تمام سرویس‌های بهداشتی	4

(۱) مقادیر اتصال برای واحدهای خاص (برای مجراها، زهکشی‌های بالا و زیر زمین)

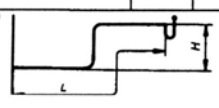
در محاسبات جریانات آب برای نوع بارهای ذکر شده در جدول ۲ نیازی به تبدیل اتصال ارزشی Aw_s نیست.

نوع بار	اندازه‌گیری جریان
ردیف دوش‌ها، جدا کننده‌ها	جریان آب V_c
اتصالات آزمایشگاهی	جریان آب V_c
جدا کننده‌های sandry (مانند روغن)	جریان آب V_c
پمپ‌های زهکشی ، پمپ‌های فاضلاب ودستگاه‌های بزرگ شستو و ظرفشویی، متصل به منبع اصلی آب و به سیستم زهکشی	جریان آب V_p
سهم آب باران در سیستم زهکشی مرکب	خروجی آب باران V_r

(۲) انواع بار

DN با در نظر گرفتن مشخصات و طرح		لوله‌های اتصالی تکی				
		مشخصات طرح			قطر داخلی اسمی بر اساس DN	واحد دستشویی
بدون تهویه DN	با تهویه DN	تعداد زانویی‌ها	ارتفاع H (m)[1]	طول L (m)[1]		
40	40	up to 3	up to 1	up to 3	40	سینک بیده وان‌ها حمام
40	50	over 3				
50	70	over 3	over 1 up to 3	over 3	40	
40	40	without limit	up to 0.25	up to 1	40	- اتصال به مجرای بالای سطح زمین (کف زمین) DN مجرای ≥ ۷۰
50	50	without limit	up to 0.25	up to 3	50	وان حمام با اتصال مستقیم
50	70		over 1 up to 3	over 3		
40	40	without limit	up to 0.25	up to 3	≥40	وان حمام با اتصال به کف نیوی
70	70	without limit	up to 1	up to 5	70	مجرای کف (فاضلاب حمام) با اتصال به وان حمام یا زیر دوشی
70	100		over 1 up to 3	over 5 up to 10		
50	70	without limit	over 1 up to 3	over 3	50	لوله‌های اتصال تکی
70	100	without limit	over 1 up to 3	over 5	70	لوله‌های اتصال تکی
100	100	without limit	up to 1	up to 10	100	لوله‌های اتصال تکی بدون Wc
100	125		over 1 up to 3	over 10		
100	100	without limit	up to 1	up to 5	100	WC
100	100	without limit	over 1 up to 4	up to 5	100	WC حداکثر یک متر افقی فاصله تا مجرا
ventilation essential		without limit	over 3		all	لوله‌های اتصال تکی

1)



H اختلاف ارتفاع بین اتصال به لوله دارای تهویه (مجرا در بالای سطح زمین، زیر زمین) نسبت به مرتفع‌ترین شتر گلو
L طول صاف لوله متصل به دورترین شترگلو

(حداکثر اختلاف طول و ارتفاع مجاز لوله‌های اتصال تکی)
۲) تعداد زانویی‌ها، شامل زانویی خروجی شتر گلو
جدول ۴ قطر اسمی زهکشی روی زمین در ارتباط با مشخصات طرح خطوط لوله

(۳) اندازه اسمی قطر داخلی لوله‌های فاضلاب در بالای سطح زمین برای اتصال به شبکه لوله کشی

زهکشی ساختمان و سایت

مجراهای فاضلاب

قطر داخلی اسمی تمام مجراهای فاضلاب، باید حداقل DN۷۰ باشد. مقادیر مربوط به مجاری فاضلاب با تهویه از بالا در جدول ۱، باید در محاسبات به کار برده شوند. قطرهای داخلی اسمی مشخص شده برای مجراهای مورد نظر، با حداکثر مجموع مقادیر اتصال که می‌توان در مجرا وارد گردد، در ارتباط می‌باشند. لازم به یادآوریست، برای جلوگیری از به هم ریختگی در کارکرد، بر تعداد توالت‌هایی (مانند واحدهای بهداشتی که مقادیری مواد جامد بزرگ و جریان‌های ناگهانی آب وارد می‌کنند) که می‌توانند به مجاری مختلف وصل باشند، محدودیتی وجود دارد. در جدول‌های ۱ - ۳ ، علاوه بر جریان‌های فاضلاب، مثال‌هایی از مجموع مقادیر اتصال نیز مشخص شده است (به صفحهٔ ۵۶ مراجعه شود).

در مجراهای فاضلاب با تهویهٔ ثانویهٔ، نسبت به مجراهای با تهویه از بالا می‌توان تا ۷۰ درصدجریان فاضلاب بیشتری وارد کرد. این مجراها را می‌توان مطابق با جدول ۳ برآورد نمود.

محاسبات مربوط به لوله‌های جمع‌آوری زیرزمینی و روی زمین (زهکشی های افقی فاضلاب) را باید بر اساس نسبت h/d_i = ۰/۵ ساخت، در حالی که برای لوله‌های زیرزمینی در خارج از ساختمان با DN بیش از ۱۵۰، از رابطه h/d_i = ۰/۷ استفاده می‌شود. مقادیر جریان خروجی لوله‌ها در حالت نیمه پر با حداقل اُفت I_{min}، بدین ترتیب معرفی می‌شوند که دارای دو وضعیت داخلی و یا خارج ساختمان می‌باشند. مقادیر کمتر از اندازه پله‌ها فقط در موارد خاص، برای محاسبات لوله‌ها در نظر گرفته می‌شوند.

محاسبات لوله‌های آب باران: خروجی آب باران و مقدار بارندگی

خروجی از یک ناحیه یا سطح بارندگی، از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$V_r = \psi . A . \frac{r_{T(n)}}{۱۰۰۰۰} (inl/s)$$

که در آن :

V_r = خروجی آب باران بر حسب l/s

A= سطح بارندگی متصل شده بر حسب m^2

$r_{T(n)}$ = مقدار بارندگی بر حسب l/(s.ha)

ψ = ضریب خروجی ، مطابق با جدول ۴

لوله‌های زهکشی آب باران در داخل و خارج ساختمان‌ها، اساساً با حداقل مقدار بارندگی ۳۰۰ l/(s.ha) محاسبه می‌شود. همچنین مهم است که در سیستم‌های زهکشی آب باران لوله‌های بزرگ داخلی سرریزهای اضطراری کافی موجود باشند. موارد لازم توسط ارقام استاندارد برای محل، به شرح زیر کنترل می‌شوند:

(۱) $r_{۱۵}$ مقدار بارندگی ۱۵ دقیقه‌ای، که به طور آماری، مقدار بارندگی یک‌بار در سال از این حد بیشتر می‌شود. از این مقدار بارندگی فقط درموارد خاصی برای محاسبهٔ اندازه لوله‌های زهکشی آب باران استفاده می‌گردد.

$r_{۵(۰/۵)}$ مقدار بارندگی ۵ دقیقه‌ای ، که به طور آماری، مقدار بارندگی هر دو سال یک‌بار از این مقدار بیشتر می‌شود.

$r_{۵(۰/۰۵)}$ مقدار بارندگی ۵ دقیقه‌ای، که به طور آماری مقدار بارندگی هر بیست سال یک‌بار این مقدار بیشتر می‌شود.

در مورد زهکشی‌های واقع در سطح یا درون زمین داخل یک ساختمان، به طور هماهنگ با راهنماهای محلی، مقدار بارندگی کمتر از ۳۰۰ را می‌توان به کار برد، اما لازم است حداقل به اندازهٔ بارندگی ۵ دقیقه‌ای در دو سال باشد($r_{۵(۰/۵)}$). در کشور آلمان، $r_{۵(۰/۵)}$ بین ۱۶۵ تا ۴۴۵ l/(s.ha) متغیر است، پس ارقام باید با مسئولین محلی کنترل گردد.

اگر برای بارندگی مقادیر کمتری پیشنهاد شود و روی مساحت زیاد زهکشی سقف وجود داشته باشد (مانند بیش از m^2 ۵۰۰۰)، لازم است محاسبات بار اضافی بر اساس مقدار بارندگی مورد انتظار حداقل برای بارندگی ۵ دقیقه‌ای در طول بیست سال($r_{۵(۰/۰۵)}$) ، انجام گیرد. این مقادیر بارندگی ممکن است تا حد l/(s.ha) ۹۵۰ زیاد باشند. درون بخش بار اضافی، لازم است مقاومت‌های ناشی از آرایش لوله‌ها نیز در نظر گرفته شوند. در ضمن اگر فرم خاصی از سقف پیشنهاد شده باشد (مانند سقف‌هایی با نواحی طراحی شده برای غرقاب) باید بالای سطح غرقاب ضد آب شده و بارهای اضافی لازم است در نظر گرفته شوند.

در لوله‌های زهکشی زیر زمینی آب باران لازم است قطر داخلی اسمی DN ۱۰۰ یا بیشتر باشد. اگر لوله در خارج از ساختمان و برای زهکشی مرکب استفاده شود (مانند این که فاضلاب نیز در آن جریان یابد) و به دریچه آدم‌رو با دسترسی ساده متصل بوده، قطر داخلی اسمی باید DN ۱۵۰ یا بیشتر از آن باشد.

DN	*) $d_{i\ min}$ (mm)	upper limit V_s (l/s)	K = 0.5 l/s		K = 0.7 l/s		K = 1.0 l/s	
			ΣAW_s	max number of WCs	ΣAW_s	max number of WCs	ΣAW_s	max number of WCs
70**)	68.2	1.5	9	-	5	-	2	-
100	97.5	4.0	64	13	33	8	16	4
125	115.0	5.3	112	22	57	14	28	7
	121.9	6.2	154	31	78	20	38	10
150	148.3	10.1	408	82	208	52	102	25

*) به توضیحات صفحهٔ ۵۶ مراجعه شود.

**)اتصال بیش‌از چهار واحد بهداشتی آشپزخانه به یک مجرای تکی (مجرای آشپزخانه) مجاز نیست.

(۱) مجاری زهکشی فاضلاب با تهویه از بالا

DN	*) $d_{i\ min}$ (mm)	حد بالای V_s (l/s)	K = 0.5 l/s		K = 0.7 l/s		K = 1.0 l/s	
			ΣAW_s	max number of WCs	ΣAW_s	max number of WCs	ΣAW_s	max number of WCs
70**)	68.2	2.1	18	-	9	-	4	-
100	97.5	5.6	125	25	64	16	31	8
125	115.0	7.4	219	44	112	28	55	14
	121.9	8.7	303	61	154	39	76	20
150	148.3	14.1	795	159	406	102	199	50

*) به توضیحات صفحهٔ ۵۶ مراجعه شود.

**)اتصال بیش‌از چهار واحد بهداشتی آشپزخانه به یک مجرای تکی (مجرای آشپزخانه) مجاز نیست.

(۲) مجراهای زهکشی‌های فاضلاب با تهویه‌های اضافی مستقیم یا غیر مستقیم

DN	*) $d_{i\ min}$ (mm)	upper limit V_s (l/s)	K = 0.5 l/s		K = 0.7 l/s		K = 1.0 l/s	
			ΣAW_s	max number of WCs	ΣAW_s	max number of WCs	ΣAW_s	max number of WCs
70**)	68.2	2.6	27	-	14	-	7	-
100	97.5	6.8	185	37	94	24	46	12
125	115.0	9.0	324	65	165	41	81	20
	121.9	10.5	441	88	225	56	101	28
150	148.3	17.2	1183	237	604	151	296	74

*) به توضیحات صفحهٔ ۵۶ مراجعه شود.

**)اتصال بیش از چهار واحد بهداشتی آشپزخانه به یک مجرای تکی (مجرای آشپزخانه) مجاز نیست.

(۳) مجاری زهکشی فاضلاب با تهویهٔ ثانویه

type of surface	coefficient
waterproof surfaces, e.g.	
– roof areas >3° falls	1.0
– concrete surfaces, ramps	
– stabilised areas with sealed joints	
– asphalt roofs	
– paving with sealed joints	
– roof area ≤3° falls	0.8
– grassed roof areas [1]	
– intensive planting	0.3
– extensive planting above 100 mm built-up thickness	0.3
– extensive planting less than 100 mm built-up thickness	0.5
partially permeable and surfaces with slight run-off, e.g.	
– concrete paving laid on sand or slag, areas with paving	0.7
– areas with paving, with joint proportion >15% (e.g. 100 × 100 mm and smaller)	0.6
– water consolidated areas	0.5
– children's play area, partly stabilised	0.3
– sports areas with land drainage	
– artificial surfaces	0.6
– gravelled areas	0.4
– grassed areas	0.3
water permeable surfaces with insignificant or no water run-off, e.g.	
– park and planted areas	
– hardcore, slag and coarse gravelled areas, even with partly consolidated areas such as:	
– garden paths with water consolidated surface or	0.0
– drives and parking areas with grassed concrete grid	

[1] according to guidelines for the planning, construction and maintenance of roof planting

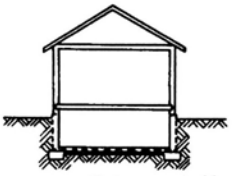
مطابق با راهنمایی‌های طراحی، ساخت و نگه داری کاشت گیاهان روی سقف‌ها

(٤) ضریب تخلیه (ψ) برای محاسبه تخلیه آب باران (V_r)

عایق رطوبتی و ایجاد تانک (مخزن سازی)

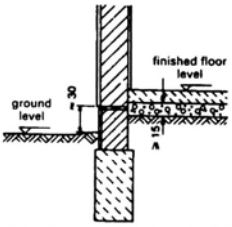
امروزه، زیر زمین‌ها کمتر به عنوان انباری، و بیشتر به عنوان محل‌های تفریح یا اتاق‌های اضافی برای مصارف راحتی و خانگی استفاده می‌شوند. بنابراین افراد، راحتی بیشتر و شرایط محیطی داخلی بهتری در زیر زمین را خواهان هستند. از الزامات این مساله آب بندی در برابر نم، از محیط خارج است. در ساختمان‌های فاقد زیر زمین، دیوارهای خارجی و داخلی باید در برابر نم توسط تأمین لایه‌های ضد رطوبت افقی، محافظت شوند ← (۳)- (۶). در دیوارهای خارجی، عایق‌بندی ضد رطوبت ۱۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر بالای سطح زمین انجام می‌گیرد ← (۳)-(۶). در ساختمان‌هایی که دیواره‌های زیرزمین از آجر ساخته شده است، باید حداقل دو لایه عایق ضد رطوبت افقی در دیواره‌های خارجی تأمین شود ← (۷) – (۸) . در دیواره‌های داخلی می توان لایهٔ رویی را حذف نمود. برای مخزن سازی عمودی در دیوارها لازم است از غشاهای ضد رطوبت قیر، آسفالت یا ورقه‌های پلاستیک با کیفیت بالا که به طور مخصوصی طراحی شده استفاده گردد. با توجه به نوع پر کننده به کار رفته در پشت دیوار، در ناحیهٔ کار و نوع مخزن سازی، لازم است لایه‌های محافظ برای سطوح دیوارها تأمین شود ← (۱۲)– (۱۴). خرده آجر، سنگ ریزه‌ها و یا خرده سنگ‌ها نباید مستقیماً در مجاورت غشای عایق مخزن سازی قرار گیرند.

وضعیت وجود آب به عنوان	محافظت لازم در برابر	نوع محافظت
رطوبت ونم بارندگی، آب جاری آب زیرزمینی	اثر موئینگی بر عناصر عمودی ساختمان نشت آب بدون فشار بر سطوح شیبدار عناصر ساختمان فشار هیدروستاتیکی	لایه‌های محافظ در برابر رطوبت زمین (عایق رطوبتی) آب بندی در مقابل نشت (مخزن سازی) آب بندی در مقابل فشار (مخزن سازی)

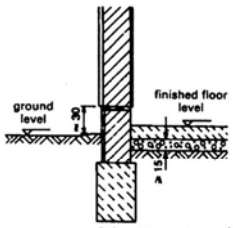


(۱) سطح زیر زمین به طور افقی و عمودی در برابر رطوبت حفاظت می‌شود ← (۷) – (۱٤)

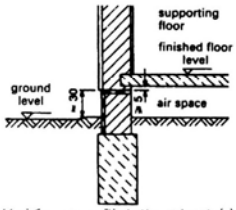
(۲) در ساختمان قرار گرفته بر سطح شیبدار، لازم است حفاظت مناسبی انجام گیرد، آب موجود این سطوح توسط زهکشی منحرف می‌شود ← (۵)+(۶)



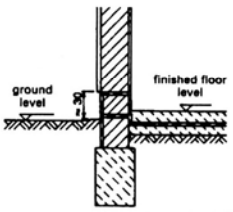
(۳) عایق رطوبتی ساختمان بدون زیر زمین با مصرف غیر مسکونی در سطح لایهٔ عایق رطوبتی، لایه سخت قرار گرفته است



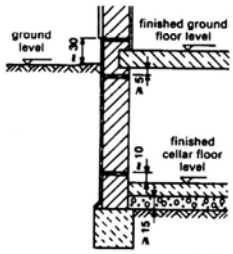
(٤) عایق رطوبتی ساختمان فاقد زیر زمین با مصرف غیر مسکونی اتاق در سطح تراز با زمین قرار دارد.



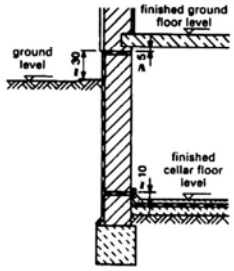
(۵) عایق رطوبتی ساختمان فاقد زیر زمین، کف دارای فضای خالی با هوای تهویه شده بین کف و سطح تراز با زمین است



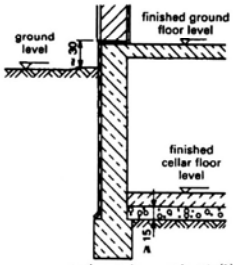
(٦) عایق رطوبتی ساختمان فاقد زیر زمین، کف با سطح پایین در سطح تراز با زمین می‌باشد



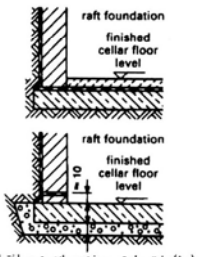
(۷) عایق رطوبتی ساختمان دارای زیر زمین با مصرف غیر مسکونی (دیوارهای آجری روی شالوده نواری)



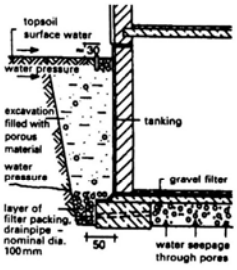
(۸) عایق رطوبتی ساختمان دارای زیر زمین ، دیوارهای با مصالح ساختمانی شالوده نواری



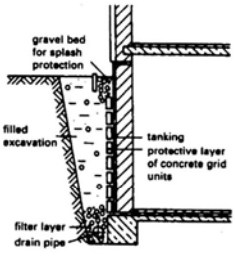
(۹) عایق رطوبتی و مخزن سازی در ساختمان دارای زیر زمین، دیوارهای بتنی



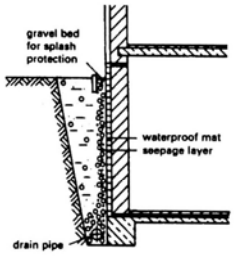
(۱۰) عایق رطوبتی و مخزن سازی در ساختمان دارای زیر زمین ، دیوارهای با مصالح ساختمان روی شالوده نواری



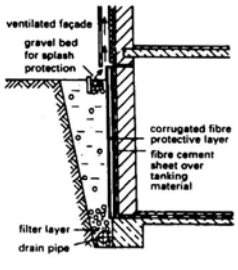
(۱۱) زهکشی و مخزن سازی



(۱۲) دیوار محافظ واحدهای شبکه‌ای بتنی



(۱۳) غشای ضد آب



(۱٤) لایه محافظ از تخته‌های با الیاف و سیمان

عایق رطوبتی و مخزن‌سازی

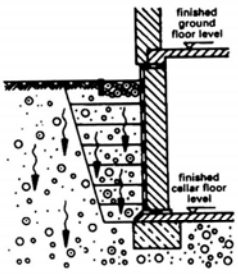
زهکشی آب زیر زمینی

زهکشی آب زیرزمینی مربوط به جداسازی آب از منطقهٔ سایت ساختمان از درون لایه‌های زهکشی و لوله‌های زهکشی ، برای جلوگیری از انباشته شدن فشار آب می‌باشد. این فرآیند، باید از گرفتگی توسط ذرات خاک (زهکشی با فیلتر ثابت) نیز جلوگیری کند. تجهیزات زهکشی شامل زهکش‌های مشبک ، وسایل بازرسی و پاکسازی ولوله‌های زهکشی برای دفع آب به کار گرفته می‌شود. عبارت زهکشی، لوله‌های زهکشی و همچنین لایه‌های زهکشی را در بر می‌گیرد. اگر زهکشی در دیوار لازم باشد، ضروری است این موارد خاص ذکر شوند ← (۱) –(۳).

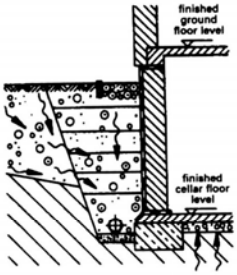
← (۱) حالتی است که رطوبت در زمین‌های بسیار متخلخل موجود باشد.

← (۲) حالتی است که به وسیله زهکش بتوان از تجمع آب جلوگیری نمود، تا اینکه آب تحت فشار نباشد.

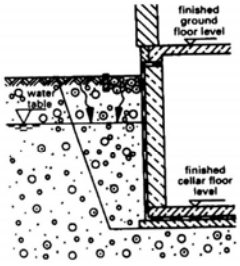
← (۳) حالتی است که آب تحت فشار، عمدتاً به شکل آب زیر زمینی موجود باشد و یا هنگامی که تخلیهٔ آب توسط زهکش ممکن نباشد.



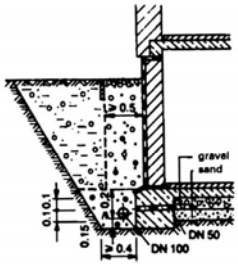
(۱) رطوبت زمین در خاک بسیار متخلخل



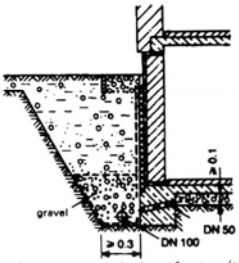
(۲) آب بدون فشار در خاک با تخلخل کم



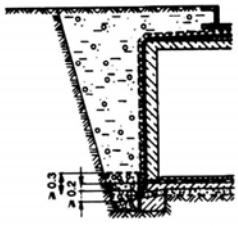
(۳) آب تحت فشار در خاک حاوی آب های زیر زمینی



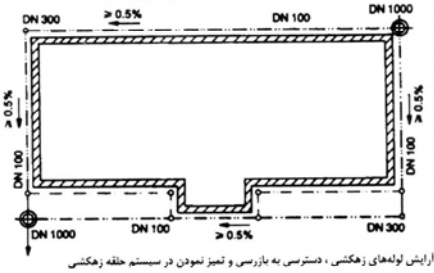
(٤) سیستم زهکشی با ترانشه پر شده با قلوه سنگ (زهکشی فرانسوی)



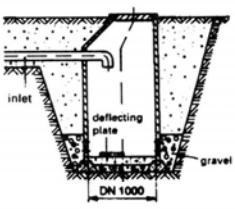
(٥) سیستم زهکشی با مواد دانه بندی در اطراف لوله‌ها (زهکشی با تایل)



(٦) سیستم زهکشی برای کارهای ساختمانی عمیق



(۷) مثالی از آرایش لوله‌های زهکشی ، دسترسی به بازرسی و تمیز نمودن در سیستم حلقه زهکشی



(۸) مکش و دور کردن در موارد ضروری زهکشی در سطح پایین

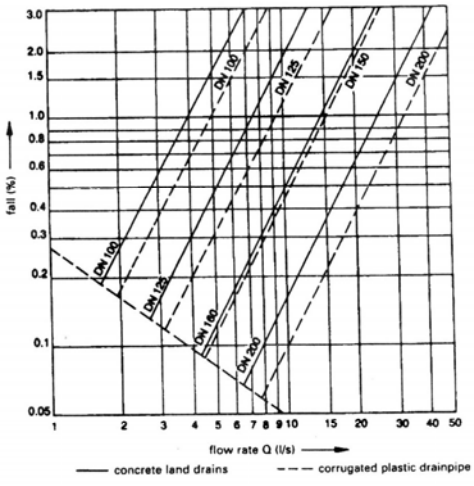
representation	component	material
	filter layer	sand geotextile (filter fleece)
	drainage layer	gravel individual/ composite elements (drainage units, boards) (drainage mat)
	protective, separating	membrane, render
	d/proofing	
	drainpipe washout/ inspection pipe washout/ inspection/ collecting shaft	

(۹) راهنمای نمایش نموداری

position	material	thickness (m)
in front of walls	sand/gravel	≥0.50
	filter layer coarseness 0–4 mm	≥0.10
	seepage layer coarseness 4–32 mm	≥0.20
	gravel coarseness 4–32 mm and geotextile	≥0.20
on roof slabs	gravel coarseness 4–32 mm and geotextile	≥0.50
under floor slabs	filter layer coarseness 0.4 mm seepage layer coarseness 4–32 mm gravel coarseness 4–32 mm and geotextile	≥0.10
around land drains	sand/gravel	≥0.15
	seepage layer coarseness 4–32 mm and filter layer coarseness 0–4 mm	≥0.10
	gravel coarseness 4–32 mm and geotextile	≥0.10

لوله زهکشی : قطر اسمی ۱۰۰ میلیمتر، ۰/۵ درصد اُفت
لوله شستشو و بازرسی: قطر اسمی ۳۰۰ میلیمتر
کانال شستشو، بازرسی و جمع‌آوری: قطر اسمی ۱۰۰۰ میلیمتر

(۱۰) مشخصات و عمق‌های مصالح دانه‌بندی در لایه‌های زهکشی



(۱۱) طرح نمماتیک اندازه‌گیری سیستم لوله‌های زهکشی

عایق رطوبتی و لایه سد آب

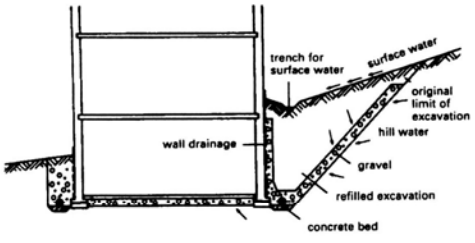
اگر زهکشی در زمین محل اجرای کار، که در مجاورت آب قرار دارد سریع انجـام نگـیرد، بر اثر جمع‌شدن آب، افزایش فشار به وجود آمده که برای جلوگیری از آن، باید یک لایه عـایق سد مانند و زهکشی فراهـم آورد بـه ← (۱)-(۳) بـرای زهکشـی ← (۴)-(۱۳) بـرای لایـه حفاظتی سد آب مراجعه شود.

فشار آب

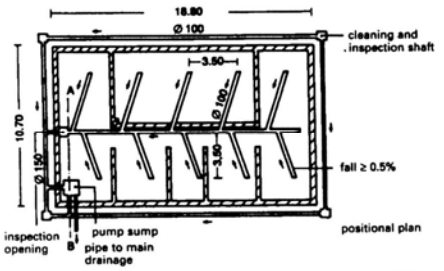
اگر قسمت‌هایی از ساختمان در درون آب زیرزمینی قراردارد، باید یک لایهٔ حفـاظتی سدْ مانند برای جلوگیری از فشار آب در پایه و دیوارهای جانبی ساختمان اجرا نمود. بـرای طراحـی این بخش، نوع خاک، حداکثر سطح آب زمینی، و ترکیبات شیمیایی آب را باید در نظر داشـت. این سد آب باید تا ۳۰۰ میلی‌متر بالاتر از حداکثر سطح آب زمینی قرار گیرد.

مواد مصرفی برای ساخت این لایه حفاظتی، سه لایه قیرگونـی یـا غشـاهای پلاسـتیکی مخصوص، و در صورت نیاز همراه با اتصالات فلزی می‌باشد.

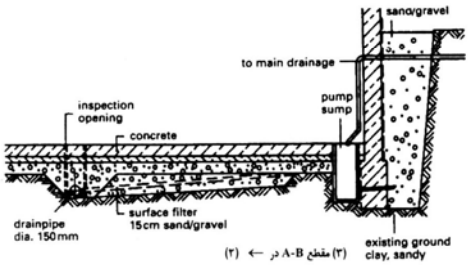
هنگامی که سطح آب به پایین‌تر از سـطح زیرزمیـن سـاختمان رسـیده باشـد، دیوارهـای محافظ، روی یک سطح بتنی کف بنا شده و برای نصب سد آب آماده می‌باشد. پـس از اجـرای این لایه حفاظتی، بتن مسلح کف زیرزمین و دیوارهای آن، در مقـابل غشـای سـدْ آب سـاخته می‌شود. با توجه به گرد بودن گوشه‌ها ← (۶) + (۷) لایه سدْ آب بـاید بـه صـورت کـامل و مانند یک مخزن در اطراف ساختمان قرار گـیرد. معمـولاً، در همـان جـهت کـه سـاختمان در معرض آب قرار دارد سد آب اجرا می‌شود ← (۶) + (۷) برای ایجاد لایهٔ سد آب بـرای داخـل ساختمان، روکش یا نمای ساختمان باید قابلیت مقاومت در برابـر فشـار آب را بـه طـور کـامل داشته باشد ← (۱۲).



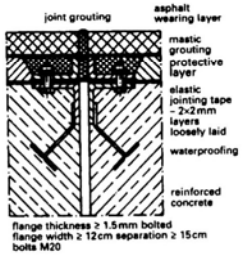
(۱) دیوارهای ساختمان درکوهپایه‌ها، باید زهکشی مناسب داشته باشند



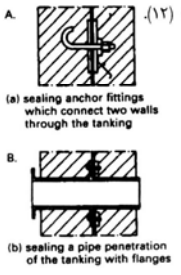
(۲) آب زهکش‌های سطحی زمین و زهکش‌های گرد، توسط پمپ به زهکش اصلی منتقل می‌شود



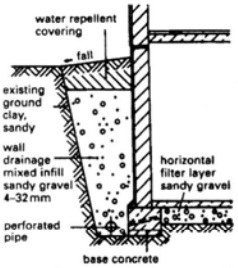
(۳) مقطع A-B در ← (۲)



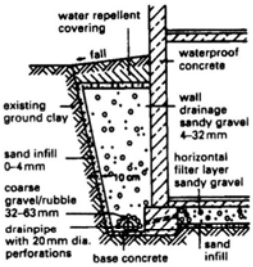
(۸) ساخت سد آب روی درز دارای انعطاف بتن مسلح کف



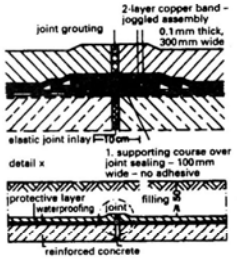
(۹) جزییات: ساخت سد آب ما بین دو دیوار



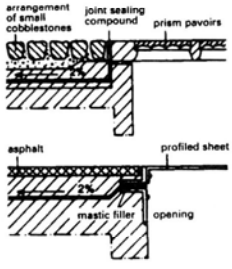
(٤) زهکشی لوله‌ای با ورودی‌های مختلف (زهکشی فرانسوی)



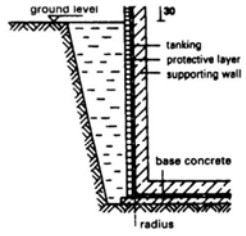
(٥) زهکشی لوله‌ای بـا ورودی‌هـای لایـه‌ای (زهکشی کانی ماند)



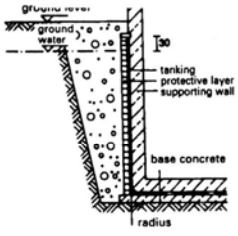
(۱۰) ساخت سد آب روی درز انبساط درکف بتن مسلح و عایق حرارتی پیچ شده به آن



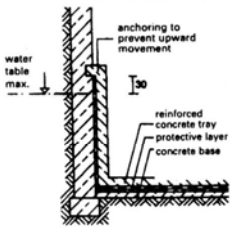
(۱۱) اجرای سد آب در اتصال به پنجره‌ها و بازشوها



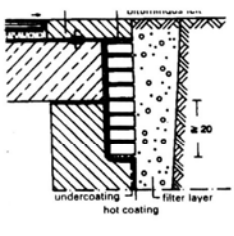
(٦) لایه حفاظتی سد مانند جهت مقاومت مداوم در برابر فشار آب



(۷) لایه سد آب برای مقاومت در برابر فشار آب



(۱۲) اجرای سد آب بعد از کامل شدن ساختمان



(۱۳) اجرای سد آب در محل اتصال بتن کف و دیوار حایل

مصالح بنّایی

سنگ طبیعی

در این بخش، سنگ طبیعی به عنوان یکی از مصالح ساختمانی رندوم به شکل‌های مکعبی، با سطح صاف، تراشیده، در رگه‌های منظم، یا نامنظم و غیره اشاره شده است ← ۱–۱۰. سنگ‌های طبیعی استخراج شده از معدن، باید به همان صورت طبیعی اولیه درمحل مورد نظر نصب گردد ← (۱) – (۴)، تا زیبایی خاص و طبیعی را به وجود آورند. همچنین با در نظر داشتن روش سازه‌ای، استفاده از حالت طبیعی سنگ‌ها، باعث ایجاد فشاری عمودی ما بین رگه‌ها خواهد شد. سنگ‌های آذرین، برای نصب رندوم بدون رگه مناسب می‌باشد ← ۲ طول سنگ‌ها حداکثر باید ۴ تا ۵ برابر ارتفاع آن‌ها باشد.

اندازه سنگ‌ها، تأثیر زیادی در مقیاس ساختمان دارد و دقت در اتصالات هر دو طرف سنگ، لازم می‌باشد. اتصالات در استفاده از سنگ‌های طبیعی، باید نمایان‌گر مهارت سنگ‌کار در تمام مقطع باشد.

هدف‌های زیر را باید مدنظر داشت:

(a) در هیچ کجا، تعداد درزها در نمای جلو و عقب نباید از سه درز به هم پیوسته بیشتر باشد.

(b) درزهای عمودی روی هم در بیشتر از دو رگه وجود نداشته باشد.

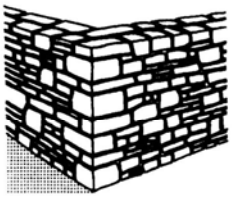
(c) حداقل باید یک رگهٔ کله روی دو رگه راسته قرار داشته، یا رگه‌های کله راستهٔ، باید یک در میان باشند.

(d) عمق هر کله، باید تقریباً یک برابر و نیم ارتفاع هر رگه و کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر نباشد.

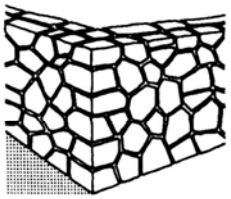
(e) عمق هر راسته باید تقریباً برابر ارتفاع هر رگه باشد.

(f) روی هم قرار گرفتن درزهای عمودی باید > ۱۰۰ میلی‌متر و در سنگ‌های تراشیده شده و منظم برابر ۱۵۰ میلی‌متر باشد ← (۷)–(۱۵).

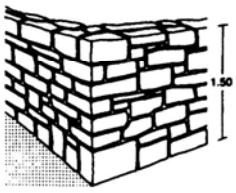
(g) سنگ‌های بزرگ، در گوشه‌ها استفاده شوند ← (۱)–(۶)، و سطوح قابل رؤیت، گوشه‌دار باشند. در فواصل ۱/۵ تا ۲ متر ارتفاع، برای تحمل بار، سنگ‌های مصرفی باید مسطح شده باشند (ارتفاع چوب بست). ملات اتصالات بر مبنای زبری و سطح تمام شده باید ضخامتی برابر یا کمتر از ۳۰ میلی‌متر داشته باشند. چون ملات سیمانی خالص باعث بی‌رنگ شدن برخی از سنگ‌ها می‌شود، باید از ملات سیمانی آهکی یا آهکی استفاده نمود. در مواردی که نوع سنگ‌ها متفاوت است، می‌توان از لایهٔ رویی و بیرونی سنگ (در سطح مقطع‌هایی که متحمل نیرو می‌باشند) استفاده نمود به شرط آن‌که ضخامت آن، برابر یا بزرگ‌تر از ۱۲۰ میلی‌متر باشد ← (۹) نماهای بیرونی، در ضخامت‌های بین ۲۵ تا ۵۰ میلی‌متر و سنگ‌هایی از قبیل (تراورتن ، سنگ‌های آهکی و گرانیت و غیره) که برای نصب آن‌ها در نما، باید از بست‌های ضد زنگ با فاصله ۲ میلی‌متر از مصالح دیگر کمک گرفت، در مقطع قسمت باربر دیوار منظور نشده‌اند.



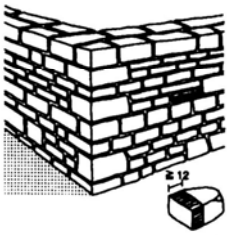
(۱) دیوارهای سنگی خشکه چین



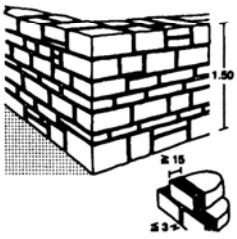
(۲) دیوار ساخته شده از سنگ‌های تراشیده شده، غیر منظم و بدون رگه



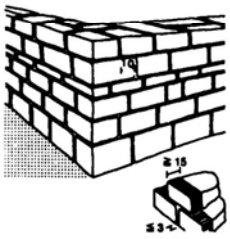
(۳) دیوارهای بدون رگه با سنگ‌های مکعبی مانند رندوم (اتفاقی)



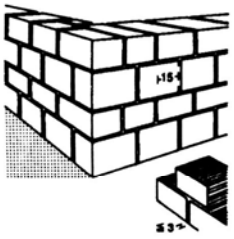
(۴) نمای چکشی سنگ‌های مکعبی شده که بدون رگه‌های منظم چیده شده است



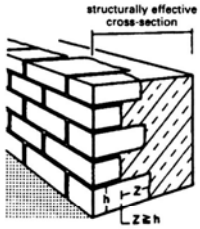
(۵) رگه‌های غیرمنظم سنگی



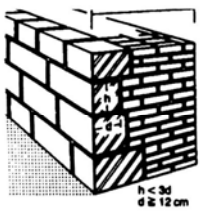
(۶) رگه‌های منظم سنگی



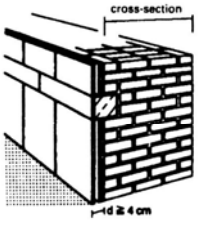
(۷) دیوارهای ساخته شده از سنگ‌های منظم تراشیده شده



(۸) نمای سنگی منظم تراشیده و چیده شدهٔ مخلوط با مصالح دیگر



(۹) دیوار سنگی - آجری مختلط که مقطع سازه‌ای دارد



(۱۰) سنگ نما که از نظر سازه‌ای تأثیر ندارد

group	type of stone	min. compressive strength in kp/cm² (MN/m²)
A	limestone, travertine, volcanic tufa	200 (20)
B	soft sandstone (with argillaceous binding agent)	300 (30)
C	dense (solid) limestone and dolomite (inc. marble) basalt lava and similar	500 (50)
D	quartzitic sandstone (with silica binding agent), greywacke and similar	800 (80)
E	granite, synite, diorite, quartz porphyry, melaphyre, diabase and similar	1200 (120)

(۱۱) حداقل مقاومت فشاری انواع سنگ

	masonry type	mortar group	group as in (11) A	B	C	D	E
1	quarry stone	I	2 (0.2)	2 (0.2)	3 (0.3)	4 (0.4)	6 (0.6)
2		II/IIa	2 (0.2)	3 (0.3)	5 (0.5)	7 (0.7)	9 (0.9)
3		III	3 (0.3)	5 (0.5)	6 (0.6)	10 (1.0)	12 (1.2)
4	hammer finished	I	3 (0.3)	5 (0.5)	6 (0.6)	8 (0.8)	10 (1.0)
5	masonry courses	II/IIa	5 (0.5)	7 (0.7)	9 (0.9)	12 (1.2)	16 (1.6)
6		III	6 (0.6)	10 (1.0)	12 (1.2)	16 (1.6)	22 (2.2)
7	irregular and	I	4 (0.4)	6 (0.6)	8 (0.8)	10 (1.0)	16 (1.6)
8	regular masonry	II/IIa	7 (0.7)	9 (0.9)	12 (1.2)	16 (1.6)	22 (2.2)
9	courses	III	10 (1.0)	12 (1.2)	16 (1.6)	22 (2.2)	30 (3.0)
10	ashlar walling	I	8 (0.8)	10 (1.0)	16 (1.6)	22 (2.2)	30 (3.0)
11		II/IIa	12 (1.2)	16 (1.6)	22 (2.2)	30 (3.0)	40 (4.0)
12		III	16 (1.6)	22 (2.2)	30 (3.0)	40 (4.0)	50 (5.0)

(۱۲) ارزش پایه ـ فشار مجاز روی سنگ‌های طبیعی ساختمانی به کیلوپاسکال بر سانتی‌متر مربع (MN/m^2)

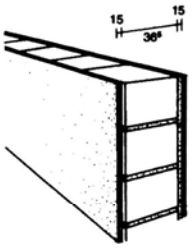
	slenderness ratio or eff. sl. ratio	8 (0.8)	10 (1.0)	12 (1.2)	16 (1.6)	22 (2.2)	30 (3.0)	40 (4.0)	50 (5.0)
1	10	8 (0.8)	10 (1.0)	12 (1.2)	16 (1.6)	22 (2.2)	30 (3.0)	40 (4.0)	50 (5.0)
2	12	6 (0.6)	7 (0.7)	8 (0.8)	11 (1.1)	15 (1.5)	22 (2.2)	30 (3.0)	40 (4.0)
3	14	4 (0.4)	5 (0.5)	6 (0.6)	8 (0.8)	10 (1.0)	14 (1.4)	22 (2.2)	30 (3.0)
4	16	3 (0.3)	3 (0.3)	4 (0.4)	6 (0.6)	7 (0.7)	10 (1.0)	14 (1.4)	22 (2.2)
5	18			3 (0.3)	4 (0.4)	5 (0.5)	7 (0.7)	10 (1.0)	14 (1.4)
6	20					3 (0.3)	5 (0.5)	7 (0.7)	10 (1.0)

(۱۳) فشار مجاز وارد بر سنگ‌های طبیعی ساختمانی به کیلو پاسکال بر سانتی‌متر مربع (MN/m^2)

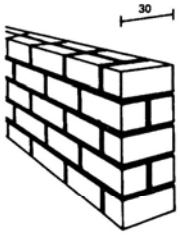
مصالح بنّایی

آجرها و بلوک‌ها

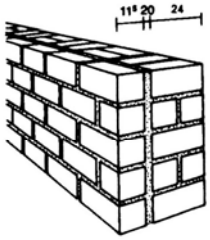
براساس استاندارد BS 6100 بخش 5.3: سال ۱۹۸۴، برای مصالح ساختمانی اصطلاحات مختلفی وجود دارد: *واحد* (مخصوص، شکل‌دار، شکل استاندارد پخدار، ازاره، گرد شده، چپ، سخت، خانه خانه و سلولی، توخالی ، متخلخل، معمولی، نما، نمای دو قسمت شده، سردر، بتنی، دارای ترکیبات سیلیکات کلسیم، سنگ آهکی، رس پخته، سفالی، فاینس، کله‌گی، راسته، پر کننده (شاه و ملکه) و آجر هوایی). *آجر*، یک مصالح ساختمانی است که طول آن از ۳۳۸ میلی‌متر، عرض آن از ۲۳۵ میلی‌متر و ارتفاع آن از ۱۱۳ میلی‌متر بیشتر نیست. آجرها، دارای انواع مهندسی، پرسی، دست‌ساز، انباری، سیم‌برش (ماشینی)، روستایی، لاستیکی، کاشی و آجرهای به‌کاربرده شده برای عایق‌های رطوبتی می‌باشند. *بلوک*، یکی از مصالح ساختمانی است که ابعاد آن بالاتر از ابعاد آجر بوده و دارای انواع بتن سنگین، بتن سبک، بتن سنگدان‌های، بتن گازی، بتن گازی اتوکلاو شده، بتن سبک‌وزن سنگدانه‌ای، نوع عایق حرارتی بتن با مواد فوم، کلینکر، خشکه‌چینی، بلوک‌های مخصوص بستن حفره‌ها و بلوک‌های مصرفی است. تمام مصالح ساختمانی، باید دارای سطوح افقی و عمودی مسطح باشند وطبق استاندارد و ضوابط چیده شوند. اجرای دیوار دو جداره در ← (۷) + (۹) نشان داده شده و سقف‌ها و کف‌های ساختمان، باید فقط روی جداره داخلی قرار گیرند. مصالح دیوار دو جداره باید با حداقل ۵ مهار استنلس استیل به‌قطر ۳ میلی‌متر درهر متر مربع به‌هم متصل شوند. این مهارهای فلزی در فاصله‌های عمودی ۲۵۰ میلی‌متری و افقی ۷۵۰ میلی‌متری از یکدیگر قرار می‌گیرند.



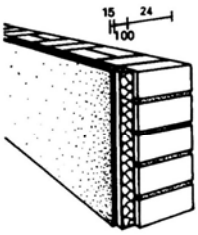
(۱) دیوار یک جداره گچ شده



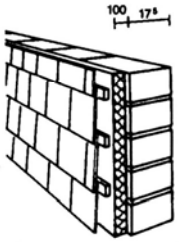
(۲) دیوار یک جداره با نما



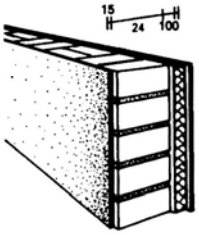
(۳) دیوار دو جداره با نمای آجری



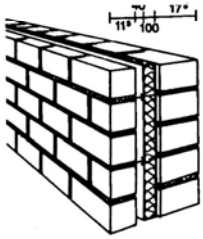
(٤) دیوار یک جداره با نمای دارای عایق حرارتی



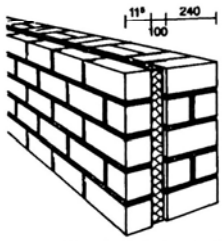
(٥) دیوار یک جداره با تایل‌های روی‌هم اویزان شده



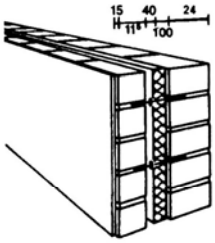
(٦) دیوار یک جداره با عایق حرارتی داخلی



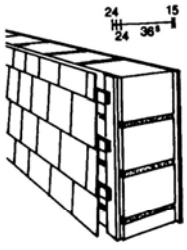
(۷) دیوار دو جداره با عایق در قسمتی از فاصله دو جدار



(۸) دیوار دو جداره با عایق پرشده و کامل



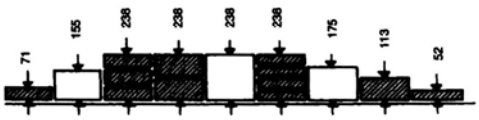
(۹) نمای صاف شده یا یا بدون حفره هوا



(۱۰) تایل‌های اویزان شده روی بلوک‌های عایق

designation		length (cm)	breadth (cm)	height (cm)
thin format	TF	24	11.5	5.2
standard format	SF	24	11.5	7.1
1½ standard format	1½ SF	24	11.5	11.3
2½ standard format	2½ SF	24	17.5	11.3

(۱۱) فرمهای مصالح ساختمانی



(۱۲) روابط بین ارتفاع و ابعاد آجر و بلوک‌ها

cellar wall thickness, d (cm)	height h (m) of ground above cellar floor with vertical wall loading (dead load) of	
	≥ 50 kN/m	< 50 kN/m
36.5	2.50	2.00
30	1.75	1.40
24	1.35	1.00

(۱۳) حداقل ضخامت دیوارهای زیرزمین

thickness of the supporting wall to be braced	height of storey (m)	bracing wall in the 1st to 4th and 5th and 6th full storey levels from top		spacing (m)	length
11.5 ≤ d < 17.5 17.5 ≤ d < 24	≤ 3.25	thickness (cm)		≤ 4.50 ≤ 6.00	≥ 1/5 of the height
		≥ 11.5	≥ 17.5		
24 ≤ d < 30 30 ≤ d	≤ 3.50 ≤ 5.00			≤ 8.00	

(۱٤) ضخامت فاصله‌ها و طول دیوارهای کلاف‌بندی شده

dimensions (cm)		thickness of wall (cm)				
		11.5	17.5	24	30	≥ 36.5
recesses in masonry bonding	breadth	–	≤ 51		≤ 63.5	≤ 76
	residual wall thickness	–	≥ 11.5		≥ 17.5	≥ 24
sawn out slots	breadth	≤ wall thickness				
	depth	≤ 2	≤ 3	≤ 4	≤ 5	≤ 6
min. spacing between recesses and slots distance from openings distance from wall junctions		199 ≥ 36.5 ≥ 24				

(۱۵) فرو رفتگی‌ها و سوراخ‌های مجاز عمودی در کلاف‌بندی‌ها و دیوارهای کلاف‌بندی شده

مصالح بنایی

آجرها و بلوک‌ها

دیوارهای مصالح ساختمانی، باید بـا دیوارهـای جـانبی کلافبنـدی شـده و از بـالا، توسط قسمت فوقانی کف مهار شوند (روش سلول مـانند). دیوارهـای کلافبنـدی شـده، مثل قطعات صفحه مانندی هست که سازه را محکم و از خمش یا پیچیدن آن جلوگـیری می‌کنند. ص ۶۳ ← (۱۴) دیوارهای کلافبندی شده که باری بیشتر از وزن خود در هـر طبقه را تحمل می‌نمایند، *دیوار تقویتی* می‌گویند. دیوارهـای غیرحمـال مـانند، صفحـاتی هستند که تحت فشـار وزن خـود بـوده و در برابـر خمـش یـا پیچـش مقـاومتی ندارنـد. فرورفتگی‌ها و سوراخ‌ها باید در محل اتصالات مصالح قرار گـیرند. از سـطح‌های افقـی و اریب نیز می‌توان استفاده نمـود؛ البتـه بـا در نظـر گرفتـن نسـبت حداقـل ضخـامت کـه کوچک‌تر یا برابر ۱۴۰ میلی‌متر و حداکثر ضخامت ۲۴۰ میلی‌مـتر در مـوارد خـاص اسـت (ص ۶۳ ← (۱۵)). میل مهار بین اتصالات دیوارهای خارجی و دیوارهـای مجـزا کننـده نیز باید در نظر گرفته شود، تا به‌صورت دیوارهای کلافبندی شـده کـه بارهـای افقـی را انتقال می‌دهند عمل نماید. اتصال‌های افقی، در سازه‌هایی مورد نیاز است کـه بیـش از ۲ طبقه کامل دارند، یا دارای طولی بیش از ۱۸ متر هستند و یا در مواردی که دیوارها دارای درهای بزرگ می‌باشند (اگر در کل، جمع عرض درها بیشتر از ۶۰ درصد طول دیوار باشـد یا عرض پنجره بیش از $\frac{۲}{۳}$ ارتفاع طبقه یا بیشتر از ۴۰ درصد طول دیوار باشد).

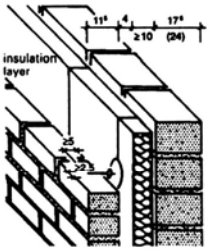
heading number	lengthwise dimension* (m)			number of courses	height dimension (m), with block thickness (mm)					
	OD	OS	OL		52	71	113	155	175	238
1	0.115	0.135	0.125	1	0.0625	0.0833	0.125	0.1666	0.1875	0.25
2	0.240	0.260	0.250	2	0.1250	0.1667	0.250	0.3334	0.3750	0.50
3	0.365	0.385	0.375	3	0.1875	0.2500	0.375	0.5000	0.5625	0.75
4	0.490	0.510	0.500	4	0.2500	0.3333	0.500	0.6666	0.7500	1.00
5	0.615	0.635	0.625	5	0.3125	0.4167	0.625	0.8334	0.9375	1.25
6	0.740	0.760	0.750	6	0.3750	0.5000	0.750	1.0000	1.1250	1.50
7	0.865	0.885	0.875	7	0.4375	0.5833	0.875	1.1666	1.3125	1.75
8	0.990	1.010	1.000	8	0.5000	0.6667	1.000	1.3334	1.5000	2.00
9	1.115	1.135	1.125	9	0.5625	0.7500	1.125	1.5000	1.6875	2.25
10	1.240	1.260	1.250	10	0.6240	0.8333	1.250	1.6666	1.8750	2.50
11	1.365	1.385	1.375	11	0.6875	0.9175	1.375	1.8334	2.0625	2.75
12	1.490	1.510	1.50	12	0.7500	1.0000	1.500	2.0000	2.2500	3.00
13	1.615	1.635	1.625	13	0.8125	1.0833	1.625	2.1666	2.4375	3.25
14	1.740	1.760	1.750	14	0.8750	1.1667	1.750	2.3334	2.6250	3.50
15	1.865	1.885	1.875	15	0.9375	1.2500	1.875	2.5000	2.8125	3.75
16	1.990	2.010	2.000	16	1.0000	1.3333	2.000	2.6666	3.0000	4.00
17	2.115	2.135	2.125	17	1.0625	1.4167	2.125	2.8334	3.1875	4.25
18	2.240	2.260	2.250	18	1.1250	1.5000	2.250	3.0000	3.3750	4.50
19	2.365	2.385	2.375	19	1.1875	1.5833	2.375	3.1666	3.5625	4.75
20	2.490	2.510	2.500	20	1.2500	1.6667	2.500	3.3334	3.7500	5.00

* OD = outer dimension, OS = opening size, OL = overlap

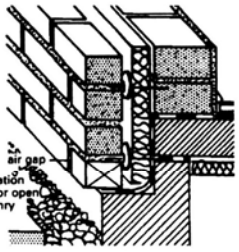
(۱۱) اندازه‌های مصالح ساختمانی

block format	block format	dimension (cm)	number of courses per 1m height	wall thickness (cm)	per m² of wall		per m³ of masonry	
					no. of blocks	mortar (litre)	no. of blocks	mortar (litre)
perforated blocks (up to 10% less mortar for solid blocks)	DF	24 × 11.5 × 5.2	16	11.5	66	29	573	242
				24	132	68	550	284
				36.5	198	109	541	300
	NF	24 × 11.5 × 7.1	12	11.5	50	26	428	225
				24	99	64	412	265
				36.5	148	101	406	276
	2 DF	24 × 11.5 × 11.3	8	11.5	33	19	286	163
				24	66	49	275	204
				36.5	99	80	271	220
	3 DF	24 × 17.5 × 11.3	8	17.5	33	28	188	160
				24	45	42	185	175
	4 DF	24 × 24 × 11.3	8	24	33	39	137	164
	8 DF	24 × 24 × 23.8	4	24	16	20	69	99
blocks and hollow blocks	blocks and hollow blocks	49.5 × 17.5 × 23.8	4	17.5	8	16	46	84
		49.5 × 24 × 23.8	4	24	8	22	33	86
		49.5 × 30 × 23.8	4	30	8	26	27	88
		37 × 24 × 23.8	4	24	12	26	50	110
		37 × 30 × 23.8	4	30	12	32	42	105
		24.5 × 36.5 × 23.8	4	36.5	16	36	45	100

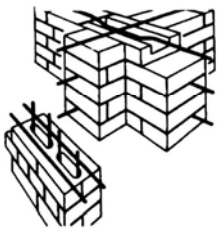
(۱۲) مصالح موردنیاز برای کارهای با مصالح ساختمانی



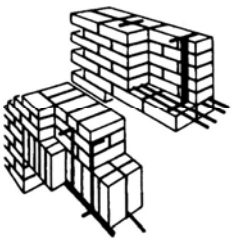
(۱) دیوارهای دو جداره که توسـط عـایق کاملاً پر شده است



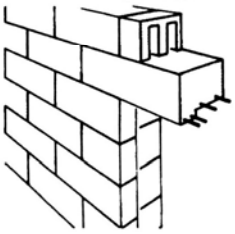
(۲) جزییات پایهٔ دیوار



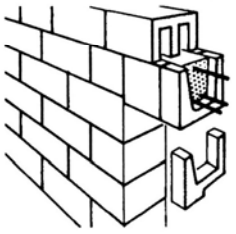
(۳) ساخت تقاطع‌ها توسط بلوک‌های بتنی سبک مسلح



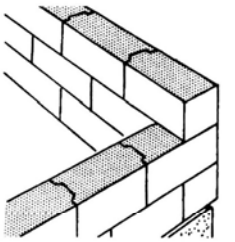
(٤) مصالح مسلح شده مورد استفاده برای نعل‌درگاه درها یا پنجره‌ها



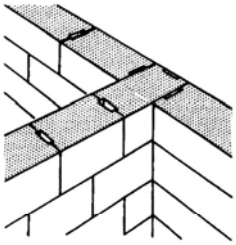
(٥) بلوک‌های سبک وزن بتنی (بلوک‌های توخـالی) با سردرهای بتن مسلح



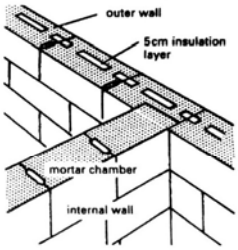
(٦) دیوار با بلوک‌های توخالی و بتن مسلح در جا در نعل درگاه



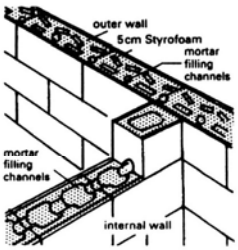
(۷) بلوک‌هـای بتنـی متخلخـل بـا درز سـیمانی بـه‌ضخامت ۱ میلی‌متر



(۸) بلوک‌های پوروتون (Poroton) با ملات پر شده



(۹) بلوک‌های ساختمانی بـا لایـه‌های عـایق بـه‌ضخامت ٥ سانتی‌متر و فواصل پر شده با ملات



(۱۰) دیوار با بلوک‌های مخصوص که دارای کانال‌های مخصوص برای بر کردن عایق و ملات می‌باشد

مصالح بنّایی

آجرها و بلوک‌ها

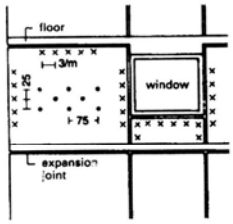
دیوارهای با مصالح ساختمانی توپر، یک جداره هستند و نمای دیوار، به بقیه مصالح متصل شده است. عمق هر ردیف، حداقل باید شامل دو آجر یا بلوک باشد و ما بین آن‌ها توسط ملات به ضخامت ۲۰ میلی‌متر به‌طور کامل پر شده باشد. نماسازی، جزو سطح مقطع‌های باربر می‌باشد. (ص ۶۳). در دیوارهای دو جداره بدون حفره، فقط ضخامت لایهٔ داخلی از نظر باربری در نظر گرفته می‌شود. برای محاسبهٔ نسبت حداقل ضخامت و فواصل مهارها، ضخامت لایه یا پوسته داخلی به علاوه نصف ضخامت بیرونی استفاده می‌شود. اگر از نظر قواعد ساختمانی مجاز باشد، حفره‌ها را می‌توان کاملاً پر نمود (دیوارهای دو جداره حفره‌دار پر شده با عایق).

دیوار دو جداره بدون پر کردن حفره: حداقل ضخامت جداره داخلی (جدول۶)، و ضخامت جداره بیرونی ≥ ۱۱۵ میلی‌متر و عرض شکاف هوا، برابر ۶۰ میلی‌متر است. جدارها باید توسط بست متصل شده باشند ← (۱)-(۲). جدارهٔ بیرونی باید در کل سطح تقویت و حداقل هر ۱۲ متر متصل باشد. شکاف هوا باید از فاصلهٔ ۱۰۰ میلی‌متر بالاتر از سطح زمین تا سقف بدون وقفه ادامه داشته باشد، در هر ۱۵۰۰ میلی‌متر مربع، جداره‌های بیرونی در بالا و پایین باید دارای ورودی‌های تهویه هوا باشند (حتی بازشوها). درزهای حرکت‌های عمودی، باید در جداره‌های بیرونی تعبیه شده باشد؛ حداقل در گوشه‌های ساختمان درزهای حرکت‌های افقی در سطح شالوده ← (۲).

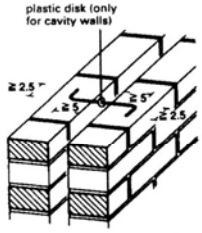
مصالح بنایی مسلح شده: ضخامت دیوارها ≥ ۱۱۵ میلی‌متر، مقاومت طبقه‌بندی شده بلوک / آجر بزرگ‌تر یا مساوی ۱۲، ملات ۱۱۱، اتصالات مسلح <۲۰ میلی‌متر، قطر استیل <۸ میلی‌متر و در نقاط تقاطع < ۵ میلی‌متر در نظر گرفته خواهد شد.

انواع دیوارها و ضخامت آن‌ها: برای انتخاب ضخامت دیوارهای سازه، باید دلیل وجود داشته باشد. در محل‌هایی که ضخامت دیوار انتخاب شده به راحتی مورد قبول است. به ارایهٔ دلیل نیازی نیست. در زمان انتخاب ضخامت دیوارها، باید از نظر عملکرد آن به عنوان عایق‌های حرارتی و صوتی، ضد حریق و ضد نم، دقت کافی صورت گیرد. در مکان‌هایی که در ساخت دیوارهای خارجی، از آجر یا سنگ‌های ضد یخ‌زدگی استفاده نشده، یک لایهٔ بیرونی محافظ لازم است.

دیوارهای باربر، همیشه تحت مقاومت فشاری قرار دارند. این اجزای سازه‌ای پانل مانند، برای قبول نیروهای عمودی (مثل نیروهای کف و سقف) و نیروهای افقی (مثل نیروی باد) تعبیه شده‌اند.



(۲) تثبیت جداره بیرونی ص ۶۳ و ۶۴



(۱) میل مهارهای سیمی برای دیوارهای دو جدارهٔ بیرونی حفره‌دار

wall thickness (cm)	17.5	11.5
storey height (m)	≤ 3.25	
live load (kN/m²) including addition for light dividing walls	≤ 2.75	
number of complete storeys above	4[1][2]	2[2]

Only permissible as intermediate support for one way spanning floors of span ≤4.5m; while for two way spanning floors, the smaller span is to be taken [3]. Between the bracing walls, only one opening is permitted with a width of ≤1.25m.
[1] Including any storeys with walls 11.5cm thick
[2] If the floors continuously span in both directions, then the values for the direction which results in the lower loading of the walls from the floor should be muitiplied by 2.
[3] Individual loads from the roof construction imposed centrally are permissible if the transference of the loads on to the walls can be proved. These individual loads must be ≤30kN for 11.5cm thick walls and ≤50kN for walls which are 17.5cm thick.

(۳) شرایط استفاده دیوارهای تقویتی داخلی با d کمتر از ۲۴ سانتی‌متر

wall thickness (cm)	permissible maximum value for openings (m²) at a height above ground level of					
	0–8m		8–20m		20–100m	
	ε = 1.0	ε ≥ 2.0	ε = 1.0	ε ≥ 2.0	ε = 1.0	ε ≥ 2.0
11.5	12	8	5	5	6	4
17.5	20	14	13	9	9	6
≥ 24	36	25	23	16	16	12

(۴) سطوح بازشوها در دیوارهای بدون تقویت (فقط ملات a ۱۱ یا ۱۱۱)

description	gross density (kg/m³)	outer walls	party and staircase walls
light hollow concrete blocks two and three chambers	1000	300	300
	1200	365	240
	1400	490	240
light solid concrete blocks	800	240	300
	1000	300	300
	1200	300	240
	1400	365	240
	1800	490	240
aerated concrete blocks	600	240	365
	800	240	365
autoclaved aerated concrete	800	175	312.5
large format components with expanded clay, expanded shale, natural pumice, lava crust without quartz sand	800	175	312.5
	1000	200	312.5
	1200	275	250
	1400	350	250
light concrete with porous debris structure with non-porous additions such as gravel	1600	450	250
	1800	625	250
	2000	775	250
as above, but with porous additions	1200	275	250
	1400	325	250
	1600	425	250

(۵) حداقل ضخامت اجزای بیرونی و دیوارهای راه‌پله‌ها که در هر دو طرف گچ‌کاری نشده‌اند

number of permissible full storeys including the finished roof structure	2	≥ 3
for ceilings that only load single leaf transverse walls (partitioned type of construction) and on heavy ceilings with adequate lateral distribution of the loads	11.5[1]	17.5
for all other ceilings	24	24
[1] highest permissible vertical live load including addition for light dividing walls	p = 2.75kN/m²	

(۶) حداقل ضخامت (به سانتی‌متر) جدار داخلی در دیوارهای دو جدارهٔ خارجی با مصالح بنایی

thickness of the supporting wall to be braced (cm)	storey height (m)	bracing wall 1st and 4th storeys from the top, thickness (cm)	bracing wall 5th and 6th storeys from the top, thickness (cm)	spacing (m)
≥ 11.5 < 17.5	≤ 3.25	≥ 11.5	≥ 17.5	≥ 4.50
≥ 17.5 < 24				≥ 6.00
≥ 24 < 30	≥ 3.50 ≤ 5.00			≤ 8.00
≥ 30				

(۷) فواصل و ضخامت دیوارهای مهار کننده

دیوارهای خارجی

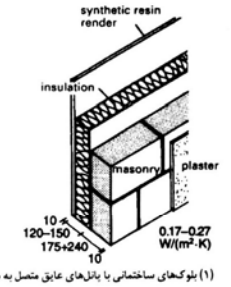
ساخت وساز بناهای با مصرف انرژی کم

مشخصات عایق‌های حرارتی به کار برده شده در دیوارهای خارجی ساختمان، یکی از مهم‌ترین عناصر در صرفه‌جویی مصرف انرژی گرمایی است.

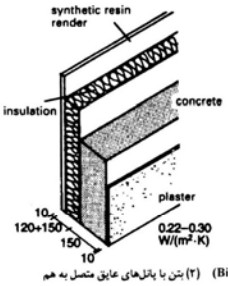
کارآیی عایق به کار برده شده در ساختمان‌های با مصرف انرژی کم، مستقیماً به چگونگی اتصالات اجزای مختلف ساختمان بستگی دارد.

مقدار قابل توجهی از حرارت داخل ساختمان، از طریق این اتصالات می‌تواند از بین برود. مقاطع استاندارد نمایش داده شده، نمایانگر انواع مختلف مصالح ساختمانی و ارزش عایق‌بندی است که بر اثر مصرف عایق به‌دست می‌آید.

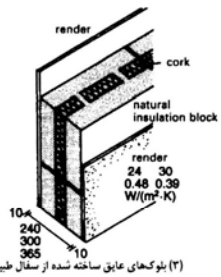
انواع مختلفی از مصالح ساختمانی وجود دارد مانند بتن، بلوک و آجر، چوب، مواد عایق کننده، گچ، چوب پنبه، نی و سفال. استفاده از سفال، هزاران سال است که به عنوان مصالح ساختمانی، به‌کار برده شده و یکی از متداول‌ترین و آزمایش شده ترین مصالح در دنیا بوده که از نظر بیولوژیکی، محیط زیستی، یک نمونه و مثال می‌باشد. هم اکنون محصولات مختلفی از عایق‌های سفالی موجود بوده که با فن‌آوری‌های امروزی متناسب است ← (۱)، (۱۰) + (۱۱).



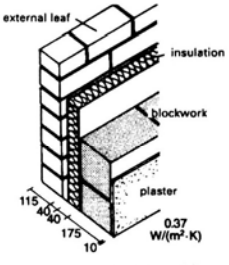
(۱) بلوک‌های ساختمانی با پانل‌های عایق متصل به هم



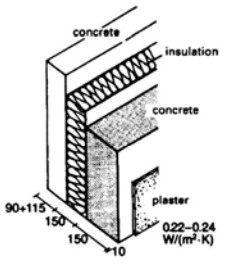
(۲) بتن با پانل‌های عایق متصل به هم



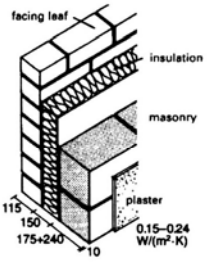
(۳) بلوک‌های عایق ساخته شده از سفال طبیعی (Bioton)



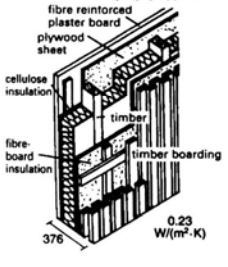
(٤) دیوارهای دوجداره



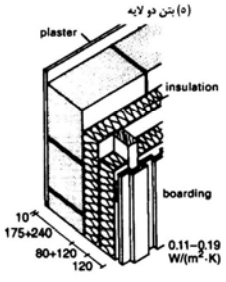
(٥) بتن دو لایه



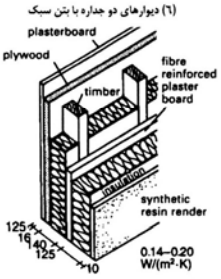
(٦) دیوارهای دو جداره با بتن سبک



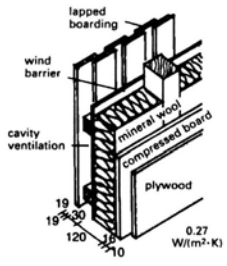
(۷) دیواری با مصرف انرژی کم



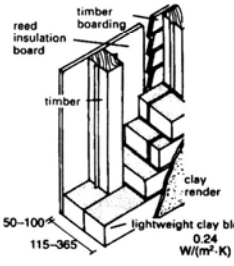
(۸) دیوارسازی با ورقه‌های عایق



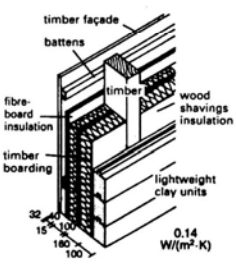
(۹) دیوارهای پانل چوبی



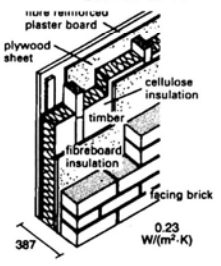
(۱۳) قاب چوبی (عایق بین پایه‌ها)



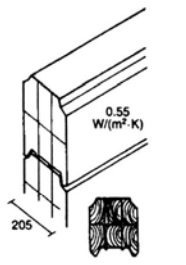
(۱۰) قاب‌های توخالی همراه با بلوک‌های سبک سفالی



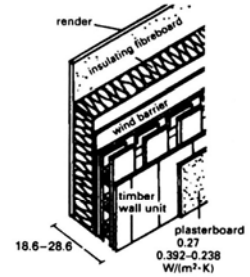
(۱۱) قاب‌های چوبی با اجزای سفالی سبک



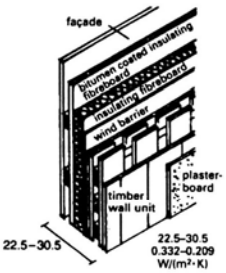
(۱۲) دیوارهای با مصرف انرژی کم و نمای آجری



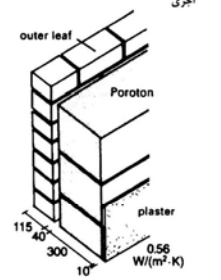
(۱۷) مقطعی از سازه چوبی چسبیده به هم



(١٤)ـ دیوار با قطعات چوب (Lignotrem)



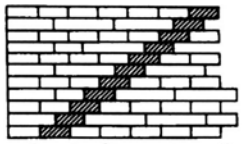
(١٥) نوعی دیگر از ← (١٤)



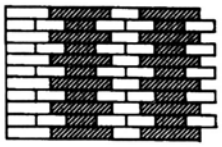
(١٦) Poroton (نوعی بلوک‌های سفالی عایق). دیوار دو جداره

اتصالات مصالح بنّایی

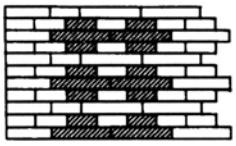
آجر چینی



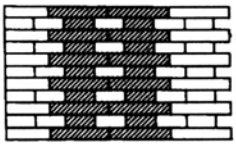
(۴) دو عدد راسته ، دو عدد کله، به طـور متنـاوب و شروع هر ردیف با کله



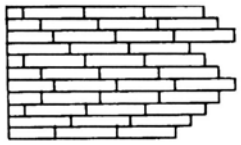
(۳) یک ردیف راسته ، یـک ردیـف کلـه، متنـاوب و شروع هر ردیف با کله



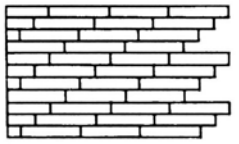
(۲) نوع دیگری از آجرچینی انگلیسی



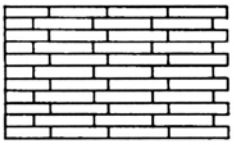
(۱) آجر چینی انگلیسی



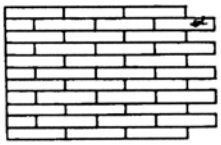
(۸) آجر چینی راسته با یک ربع روی هم، حرکت بـه سمت چپ و راست



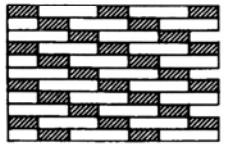
(۷) آجرچینی راسته با یک ربع روی هم، حرکت بـه سمت راست



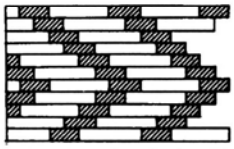
(۶) آجر چینی راسته با یک ربع روی هم



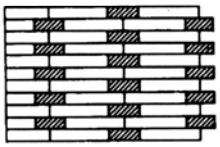
(۵) آجرچینی راسته با نیمه روی هم



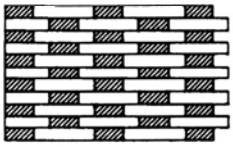
(۱۲) یک عدد راسته، یک عدد کله به طـور متنـاوب در ردیف‌ها با یک نیمه روی هم به سمت چپ



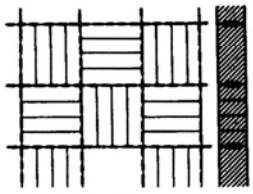
(۱۱) یک عدد کله ، یک عدد راسته، به طور متنـاوب در ردیف‌ها، با یک ربع روی هم به سمت راست و چپ



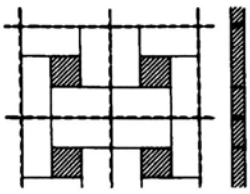
(۱۰) یک عدد کله، ۲ عـدد راسـته بـه طـور متناوب در ردیف‌ها



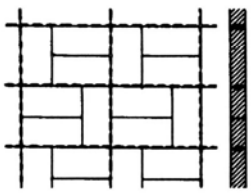
(۹) آجرچینی (Flemish) : یـک عـدد کلـه، یـک عـدد راسته، ردیف‌ها به طور متناوب



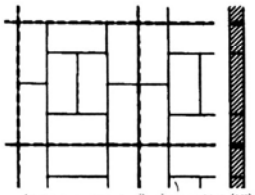
(۱۶) دیوار مسلح آجری به ضخامت نیمهٔ آجر با ٤ عـدد آجر در هر بائل



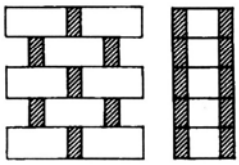
(۱۵) مانند ← (۱۳) با ٤/٥ آجر در هر بائل



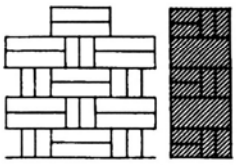
(۱٤) مانند ← (۱۳) با ۳ آجر در هر بائل



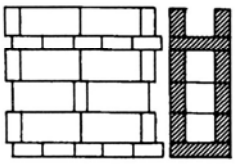
(۱۳) ضخامت $\frac{۱}{۴}$ آجر (آجر ایستاده روی ضخامت). دیوار مسلح آجری با ۸ آجر در هر بائل



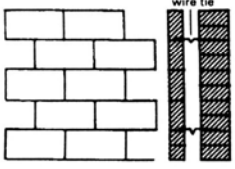
(۲۰) دیوار دو جـدارهٔ متصـل نشـده بـا آجرهـای کلـه ایستاده روی ضخامت



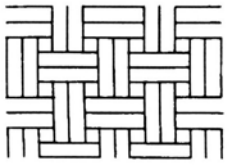
(۱۹) دیوار آجری تزیینی



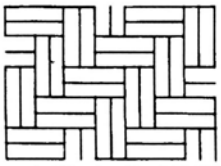
(۱۸) دیوار دو جداره $\frac{۱}{۲}$ ×۲ آجر، مهار شده توسط ردیف‌های کله ، و آجرهای کله ایستاده روی ضخامت به طور یکی در میان



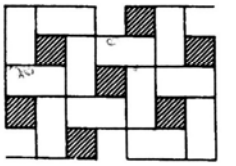
(۱۷) آجر ایستاده روی ضخامت، لایهٔ بیرونی توسـط میل مهار به لایه درونی متصل است



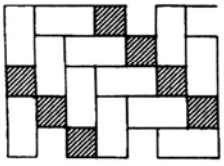
(۲٤) مانند ← (۲۳) با قطعات ریعی (نقش بافته شده)



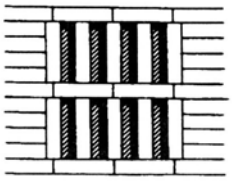
(۲۳) کف تمام شده با بار زیـاد و چگونگی نصب آجرهـا روی ضخـامت (بـا نقـش Herringbone مشابه نقش بارکت)



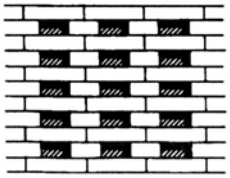
(۲۲) مانند ← (۲۱) با نقش‌های دیگر



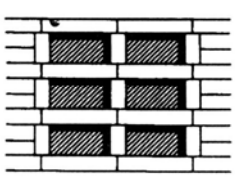
(۲۱) کف تمام شده با آجر کامل و نیمه



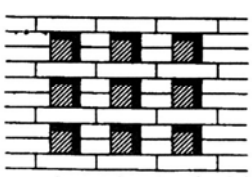
(۲۸)ـ مانند ← (۲۵) (فاصله‌های حفره‌ها به ابعاد ۱ × $\frac{۱}{۴}$ آجر)



(۲۷) مانند ← (۲۵) (فاصله‌های حفره‌ها به ابعـاد $\frac{۱}{۴}$ × $\frac{۱}{۲}$ آجر)



(۲٦) مانند ← (۲۵) (فاصله‌های حفره‌ها به ابعـاد $\frac{۱}{۲}$ × $\frac{۳}{۴}$ آجر)



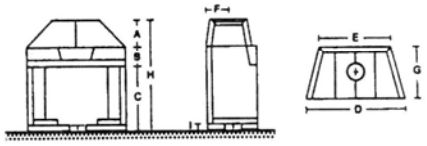
(۲۵) نمای آجری با فواصـل (لانـه زنبـوری) بـرای ایجاد نفوذ نور و هوا (حفره‌ها به ابعاد $\frac{۱}{۲}$ × $\frac{۱}{۲}$ آجر)

شومینه‌ها

هر شومینه باید دارای دودکشی مجزا بوده و اگر دو شومینه در کنار هم باشد، باید دودکش‌های آن‌ها درست در کنار هم قرار گیرند ← (۱)ـ (۴) سطح مقطع هر دودکش، باید متناسب با اندازهٔ شومینهٔ باز باشد. (جدول ۸) . ارتفاع مؤثر از سطح هود تا نوک دودکش، باید بزرگ‌تر یا مساوی ۴/۵ متر در نظر گرفته شود. زاویهٔ اتصال دودکش فرعی (از شومینه) به دودکش اصلی، باید ۴۵ درجه باشد ← (۹) و (۱۰) . در اطاق‌های به مساحت کمتر از ۱۲ متر مربع، نباید شومینه نصب شود. چوب‌هایی که برای سوزاندن در شومینه مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید از چوب‌های بدون صمغ یا کم صمغ مثل بلوط، غان، یا چوب درختان میوه یا گره‌های کم باشند. در رابطه با شومینه‌های گاز سوز باید به قوانین مربوطه مراجعه شود.

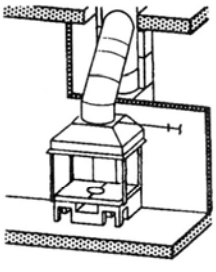
هوای لازم برای احتراق، باید از بیرون ساختمان تأمین شود. در مواردی که در و پنجره‌های ساختمان نیز غیر قابل نفوذ باشند، دریچه‌های ورودی هوا را می‌توان در زیر و یا جلوی شومینه و همچنین کانال‌هایی که هوای ورودی را به طرف و نزدیک شومینه هدایت می‌کنند تعبیه کرد ← (۷).

قسمت باز شومینه، باید حداقل ۸۰۰ میلی‌متر از جلو و اطراف، با مواد قابل اشتعال و لوازم منزل فاصله داشته باشند. ← (۶) + (۷) . شومینه‌ها باید از مصالح نسوز که از نظر قوانین ایمنی مورد تایید هستند ساخته شده و از نظر سازه‌ای نیز مستحکم باشند. کف، دیوارها و هود شومینه باید از آجرهای نسوز شومینه، بتن ضد حریق و یا چدن ساخته شده باشد (پنجره فلزی شومینه و هود آن معمولاً فلزی می‌باشد) . آجر و سنگ‌های به کار برده شده در ساخت دودکش، باید از نوع مخصوص بوده و برای هود شومینه می‌توان از صفحات مسی یا استیل برنج به ضخامت ۲ میلی متر استفاده نمود.

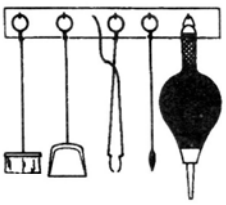


type		open on 1 side					open on 2 sides			open on 3 sides		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
room area (m^2)		small rooms	16–22	22–30	30–35	33–40	25–35	35–45	over 48	35–45	45–55	over 55
room volume (m^3)		small rooms	40–60	60–90	90–105	105–120	90–105	105–150	over 150	35–150	45–150	over 200
size of fire opening (cm^2)		2750	3650	4550	5750	7100	5000	6900	9500	7200	9800	13500
dimension fire opening (cm)		80/46	70/52	80/58	90/64	100/71						
diameter (cm) of associated flue		20	22	25	30	30	25	30	35	25	30	35
all dimensions (cm)	A	22.5	24	25.5	28	30	30	30	30	30	30	30
	B	13.5	15	15	21	21	–	–	–	–	–	–
	C	52	58	64	71	78	50	58	65	50	58	65
	D	72	84	94	105	115	77		108	77	90	114
	E	50	60	65	76	93	77	90	108	77	90	114
	F	19.5	19.5	22.5	26	26	27.5	30	32.5	27.5	30	32.5
	G	42	47	51	55	59	64	71	82	64	71	82
	H	88	97	104.5	120	129	80	88	95	80	88	95
	I	6	6	6	7	7	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	
weight		165	80	310	385	470	225	300	405	190	255	360

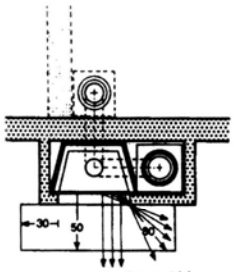
(۸) ابعاد و اندازه‌های شومینهٔ باز



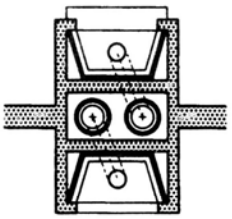
(۱۱) شومینهٔ باز در سه جهت



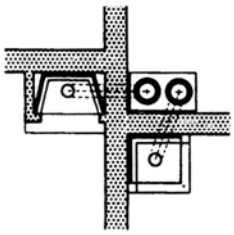
(۱۲) ابزار مورد مصرف شومینه



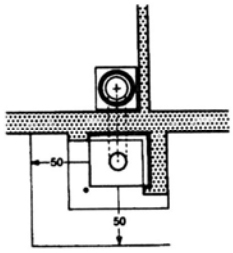
(۱) فضای باز شومینه در یک جهت و فضای ایمنی جلوی آن



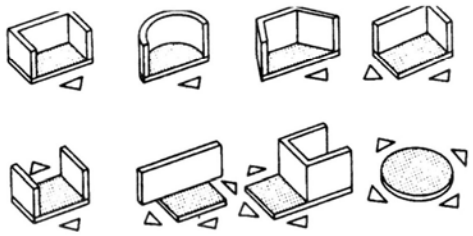
(۲) دو شومینه دارای یک جهت در اطاق‌های مجزا



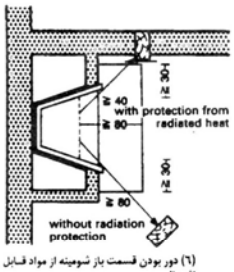
(۳) دو شومینه در دو اطاق مجزا با فضای باز شومینه در یک جهت / دو جهت



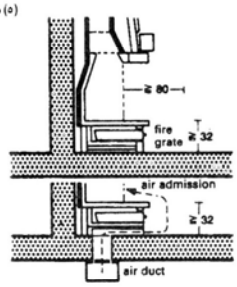
(٤) فضای باز شومینه در دوجهت همراه با فضای ایمنی جلوی آن



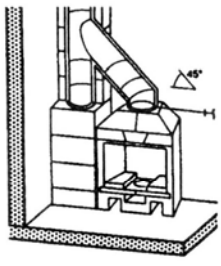
(۵) سطح‌های انتقال گرما و جهت‌های آن



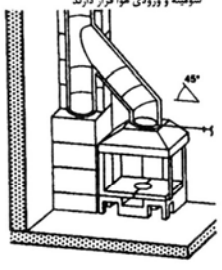
(٦) دور بودن قسمت باز شومینه از مواد قابل اشتعال



(۷) حفظ مواد قابل اشتعال به کار برده شده در کف اطاق که در مجاورت قسمت باز شومینه و ورودی هوا قرار دارند



(۹) شومینهٔ باز در یک جهت



(۱۰) شومینهٔ باز در دو جهت

دودکش‌های داخلی و خارجی

دودکش‌های داخلی کانال‌هایی هستند که در داخل ساختمان، و *دودکش‌های خارجی* کانال‌هایی می‌باشند که روی ساختمان نصب می‌شوند و باید دود و گازهای حاصله از سوخت در شومینه را به خارج از ساختمان و روی سقف هدایت نمایند. به طور کلی، این شومینه‌ها باید به دودکش داخلی متصل باشند: شومینه‌هایی با بازدهی حرارتی اسمی به میزان ۲۰ کیلو وات، شومینه‌های گاز سوز با بازدهی حرارتی اسمی به میزان ۳۰ کیلو وات، شومینه‌های ساخته شده در ساختمان‌هایی با بیش از ۵ طبقه، شومینه‌های دارای امکان باز شدن، کل شومینه‌ها و کوره‌ها، شومینه‌های دارای مشعل و دمنده.

در نقشه‌های شالوده، وزن مربوط به شومینه و دودکش‌های داخلی و خارجی باید پیش‌بینی شده باشند. دودکش‌های داخلی باید سطح مقطع داخلی گرد یا مستطیلی داشته و بزرگ‌تر یا مساوی ۱۰۰ سانتی‌متر مربع باشد؛ کوچک‌ترین اندازه آن ۱۰۰ میلی‌متر خواهد بود. حداقل عرض آجرهای به کار برده در سطح داخلی دودکش‌های داخلی، بزرگ‌تر یا برابر ۱۳۵ میلی‌متر و طول آن باید حداکثر ۱/۵ برابر عرض باشد. کوتاه‌ترین ارتفاع مفید دودکش‌های داخلی ۴ متر یا بیشتر بوده و این، شامل سوخت‌های فسیلی نیز می‌باشد. در مواردی که شیب سقف ساختمان بیش از ۲۰ درجه است، دهانه یا نوک دودکش خارجی ساختمان باید ۴۰۰ میلی‌متر (یا بیشتر) بالاتر از نوک سقف ساختمان و برای سقف‌هایی که شیب آن‌ها کمتر از ۲۰ درجه است باید حداقل ۱ متر باشد ← (۶). در مواردی که فاصلهٔ دودکش خارجی ساختمان از سازه‌هایی که روی سقف قرار دارند، بیشتر از ۳-۱/۵ برابر ارتفاع آن سازه باشد، سطح دودکش باید حداقل ۱ متر بالاتر از سطح آن سازه قرار گیرد.

در مواردی که دودکش خارجی، روی سقفی است که در همهٔ جهات (چهار طرف) جان پناه ندارد، نوک دودکش باید حداقل ۱ متر بالاتر از سطح جان پناه باشد.

هر دودکش داخلی باید دارای دریچه‌ای به ابعاد بزرگ‌تر یا برابر ۱۰۰ میلی‌متر عرض و بزرگ‌تر یا برابر ۱۸۰ میلی‌متر ارتفاع به منظور تمیز کردن دودکش باشد. این دریچه، باید حداقل ۲۰۰ میلی‌متر پایین‌تر از پایین‌ترین اتصال شومینه به دودکش قرار داشته باشد. دودکش‌های خارجی ساختمان که قابل نظافت از دهانه بالای دودکش نمی‌باشند، باید دارای دریچه‌ای برای تمیز کردن در دودکش داخلی ساختمان در فضای داخل سقف یا روی خود دودکش خارجی ساختمان باشد.

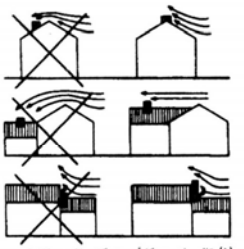
مصالح قابل استفاده در ساخت دودکش‌های داخلی یک جداره ساختمان، بدین قرار است:

بلوک‌های بتن سبک وزن، آجرهای سفالی، آجرهای ماسه آهکی، آجرهای توپر و آجرهای ریخته گری شده.

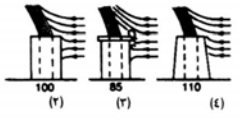
مواد قابل استفاده در دودکش‌های سه جداره (دارای حفاظ بیرونی، لایه عایق و جداره قابل حرکت درونی) به قرار زیر می‌باشند:

بتن سبک یا آجر نسوز برای لایه درونی؛ و برای لایه داخلی، قطعات ساخته شده از بتن سبک، سنگ، آجر دارای سوراخ‌های عمودی آجرهای ماسه آهکی، آجرهای ریخته گری شده و یا بلوک‌های بتنی گازی استفاده می‌شود. برای لایه عایق، عایق‌های غیر قابل اشتعال مورد مصرف می‌باشند. سطح بیرونی دودکش‌های خارج ساختمان که در داخل فضای سقف قرار دارند (زیر شیروانی) باید سطح تمام شده‌ای از جنس مواد ریخته‌گری شده به ضخامت ۱۰-۵ میلی متر داشته باشد. دیوارهای دودکش‌های داخلی ساختمان نباید جزو دیوارهای حمال باشند.

برای روکش دودکش، می‌توان از سنگ‌های ورقه مانند و نازک سفالی، سنگ‌های ساحلی و یا ورقه های سیمانی الیاف دار استفاده نمود. ورق‌های فلزی مسی یا روی را می‌توان با میخ‌های فلزی، روی دودکش خارجی ساختمان (سطح زیرین سازه) نصب نمود . روکش‌های پیش ساخته برای این موضوع توصیه می‌شود.

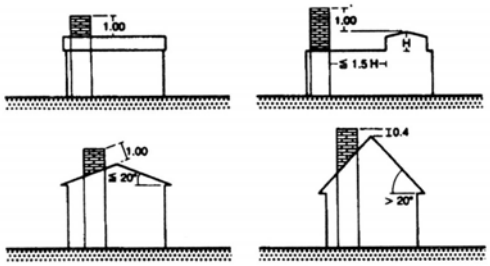


(۱) تاثیر باد روی کارایی دودکش خارج ساختمان



مقایسهٔ کارایی دودکش‌های خارج ساختمان

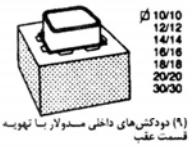
(۵) تاثیر قسمت فوقانی و سطح مقطع دودکش خارج ساختمان بر کارایی آن



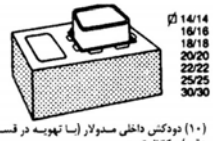
(۶) ارتفاع دودکش خارج ساختمان از سطح سقف و نوع و ساختمان سقف

(۷) دودکش‌های داخلی مدولار

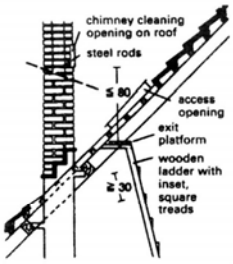
(۸) دودکش‌های داخلی مدولار با کانال تهویه



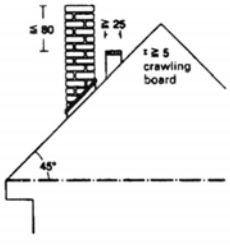
(۹) دودکش‌های داخلی مدولار با تهویه در قسمت عقب



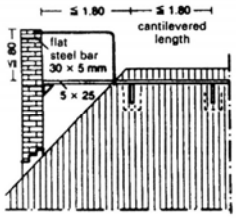
(۱۰) دودکش داخلی مدولار (با تهویه در قسمت عقب) و کانال تهویه



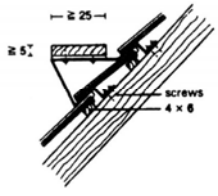
(۱۱) دسترسی به دریچهٔ نظافت دودکش توسط نرد بان و سکو



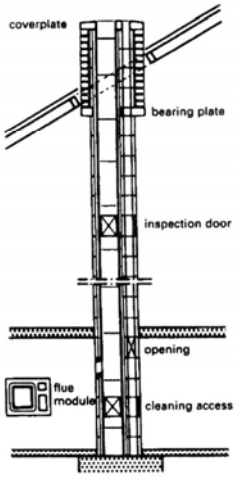
(۱۲) برای سقف‌هایی که دارای شیب بیش از ۱۵ درجه می باشند، به یک وسیلهٔ بالا رونده نیاز می‌باشد



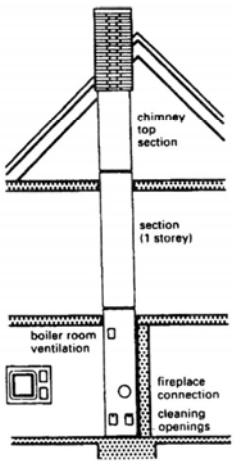
(۱۳) طول و اتصالات سکوی بالا رونده



(۱٤) اتکای الوارهای سکو، بیشتر روی تیرهای عرضی سقف بوده تا روی زیر سازی تایل‌ها



(۱۵) نصب دودکش‌های داخلی مدولار



(۱۶) دودکش‌های داخلی پیش‌ساخته (بر حسب ارتفاع طبقات)

کانال کشی تهویه

هواکش برای تهویهٔ هوای حمام و دستشویی‌ها در ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی (مانند ، مدارس، هتل‌ها و مهمانخانه‌ها) و برای خروج هوای داخلی از یک یا چندین اطاق و هدایت آن به یک کانال خروجی به کار می‌رود ← ۱)+(۲).

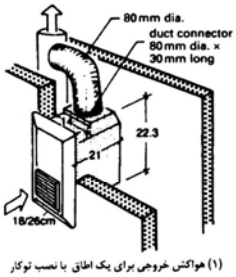
برای اطاق‌هایی که به تهویه نیاز دارند، سیستم تهویه باید بر اساس حداقل میزان چهار بار تخلیه کامل و جایگزینی هوای اطاق‌ها طراحی شده باشد. جریانی برابر ۶۰ متر مکعب در ساعت، برای حمام‌های دارای توالت، و جریانی برابر ۳۰ متر مکعب در ساعت برای یک توالت کافی است. برای هر اطاق داخلی که به تهویه نیاز دارد، باید دریچه‌ای غیر قابل بسته شدن در نظر گرفته شود.

مساحت و اندازهٔ دریچهٔ تهویه، برای هر متر مکعب حجم اطاق برابر ۱۰۰ میلی‌متر مربع می‌باشد و فاصله اطراف درها را می‌توان از نظر محاسبه، برابر ۲۵۰ میلی‌مترمربع در نظر گرفت. دمای هوای حمام‌ها بر اثر تهویه هوا، نباید به کمتر از ۲۲ درجه سانتی‌گراد برسد.

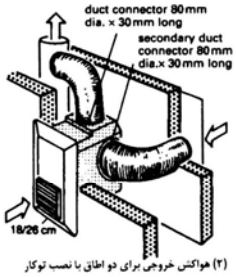
سرعت جریان تهویه در فضاهای مسکونی، باید بیشتر یا برابر ۰/۲ متر در ثانیه بوده و هوای تخلیه شده، به بیرون از ساختمان هدایت شود. هر سیستم تهویه مجزا، باید دارای کانال مجزایی نیز باشد ← (۵)+(۶).

سیستم‌های تهویه مرکزی برای چندین فضای مسکونی دارای یک کانال مشترک اصلی می‌باشند ← (۴) ـ (۶).

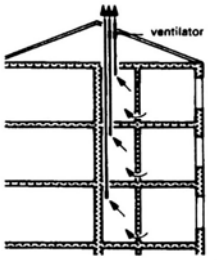
کارآیی و عملکرد صحیح سیستم تهویه انتقال گرما توسط کانال‌های انشعاب‌دار، به سطح مقطع اتصال هر انشعاب به کانال اصلی بستگی دارد (جدول ۹). سطح مقطع کانال تهویه در سیستم کانال‌های انفرادی بدون هواکش‌های مکانیکی ← (۷)، در حمام‌ها و توالت‌های بدون پنجره (تا حد ۸ طبقه) باید برابر ۱۵۰۰ میلی متر مربع برای هر فضا در نظر گرفته شود.



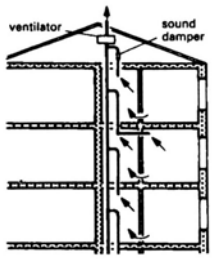
(۱) هواکش خروجی برای یک اطاق با نصب توکار



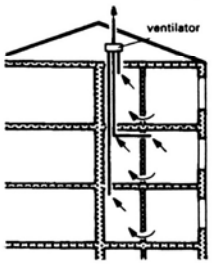
(۲) هواکش خروجی برای دو اطاق با نصب توکار



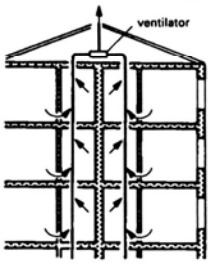
(۳) سیستم تهویهٔ مرکزی با کانال تخلیه در روی سقف



(٤) سیستم تهویهٔ مرکزی با کانال‌های اولیه و ثانویه



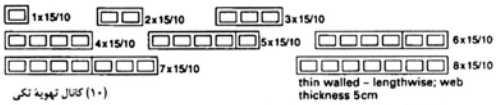
(۵) سیستم تهویهٔ مرکزی با کانال‌های اولیهٔ مجزا



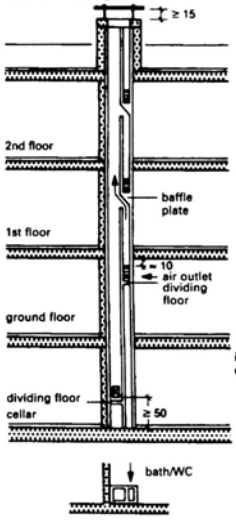
(٦) سیستم تهویهٔ مرکزی با کانال‌های اولیهٔ متعدد بدون کانال ثانویه

clear cross-section of the main duct cm²	permissible no. of adjacent duct connections with average effective total height up to 10 m	10–15 m	over 15 m	internal dimensions main duct (cm)	auxiliary duct (cm)
340	5	6	7	20 × 17	9 × 17
400	6	7	8	20 × 20	12 × 20
500	8	9	10	25 × 20	12 × 20
340	5	6	7	20 × 17	2 × 9/17
400	6	7	8	20 × 20	2 × 12/20
500	8	9	10	25 × 20	2 ×12 × 20
340	5	6	7	2 × 12/17	9 × 17
400	6	7	8	2 × 20/20	12 × 20
500	8	9	10	2 × 25/20	12 × 20

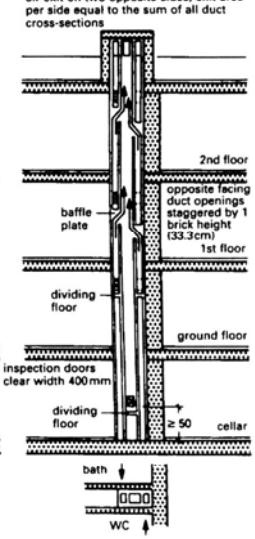
(۹) جدول ابعاد کانال‌های انشعابی در سیستم‌های جابه‌جایی هوا



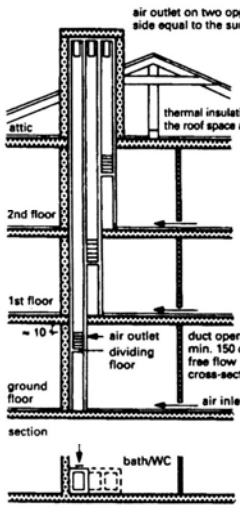
(۱۰) کانال تهویهٔ تکی



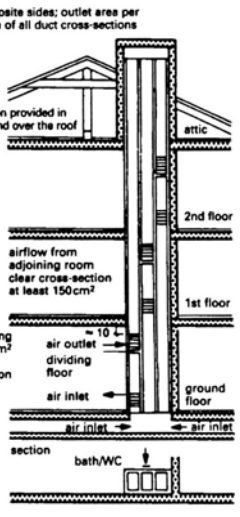
(۱۱) سیستم کانال‌های تهویهٔ انشعاب دار با یک کانال اصلی و یک کانال کمکی



(۱۲) مثال از یک سیستم دارای یک کانال اصلی و دو کانال کمکی



(۷) سیستم تهویه و جابه‌جایی هوا توسط کانال انفرادی

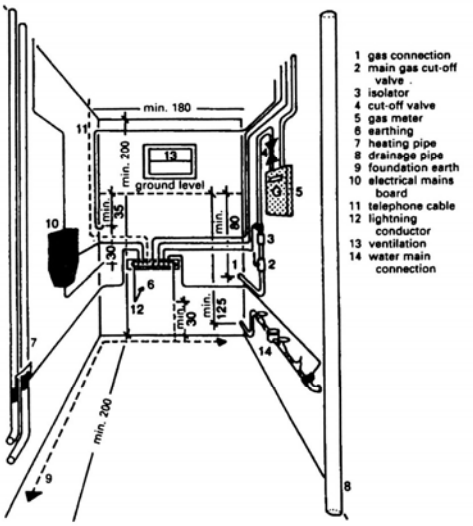


(۸) سیستم تهویه ورودی و تخلیه هوا

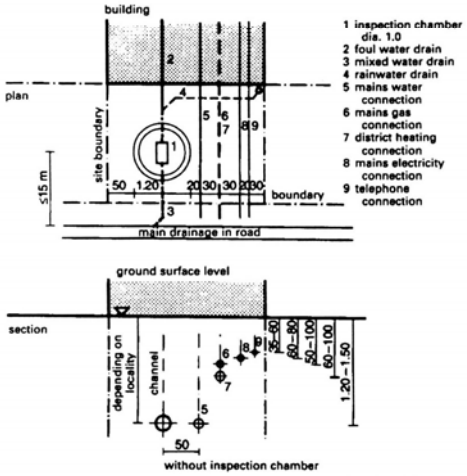
سرویس‌های بهداشتی: اتصالات

در خانه‌هایی که یک یا دو خانواده در آن ساکن می‌باشند، نیازی به وجود اطاق تاسیسات نیست.

طراحی اطاق تاسیسات باید با هماهنگی و همکاری تامین کنندگان اصلی خدمات تاسیساتی صورت گیرد. اطاق تاسیسات، باید در محلی باشد که به راحتی برای همه قابل دسترسی است (برای مثال: درکنار راه پله‌ها، راهرو انباری و یا مستقیماً قابل دسترسی در خارج از ساختمان) و در محلی نباید قرار گیرد که از آن به عنوان راهرو استفاده می‌شود. اطاق تاسیسات باید در کنار دیوار خارجی ساختمان قرار داشته باشد به شکلی که اتصالات اصلی مستقیماً صورت گیرد ← (۱)+(۲). دیوارهای این اطاق ، باید دارای عایق‌های ضد آتش به میزان حداقل F۳۰ (دقیقه) باشد و حداقل ضخامت درهای آن برابر ۶۵۰/۱۹۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود. در مواردی که از آب گرم مرکزی منطقه‌ای استفاده می‌شود، درهای اطاق تاسیسات باید قابل قفل شدن بوده و برای این موارد زهکشی در کف اطاق تعبیه گردد. هوای اطاق تاسیسات باید با هوای آزاد تهویه شود. دمای داخلی این اتاق نباید بالاتر از ۳۰ درجه و درجه حرارت آب آشامیدنی در آن، نباید از ۲۵ درجه بیشتر بوده و امکان یخزدگی نیز در آن وجود داشته باشد. ابعاد اطاق تاسیسات در ساختمان‌های تا حد ۳۰ واحد و یا در مواردی که از آبگرم مرکزی منطقه‌ای در حد ۱۰ واحد استفاده می‌شود به شرح زیر می‌باشد: عرض مفید بالاتر از ۱/۸۰ متر، طول ۲/۰۰ متر وارتفاع ۲/۰۰ متر ← (۱) برای ساکنین حدوداً ۶۰ واحد با مواردی که از آبگرم مرکزی منطقه‌ای استفاده می‌شود و حدود ۳۰ واحد، ابعاد اطاق تاسیسات به شرح زیر است: عرض ۱/۸۰ متر ، طول ۳/۵۰ متر وارتفاع ۲/۰۰ متر.



(۱) اطاق تاسیسات

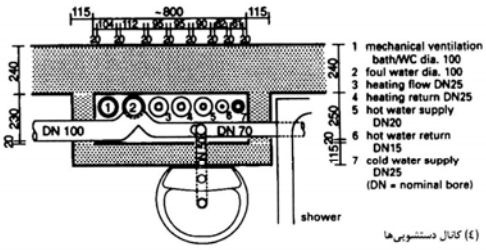


(۲) اتصالات اصلی

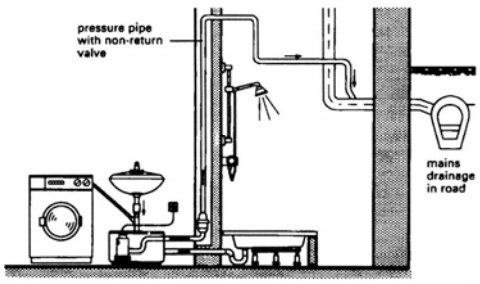
section through manhole	clear width of manholes in m for a manhole depth of	
	> 0.4 to ≤0.8 (min.)	> 0.8 (min.)
○	0.8	1*)
□	–	0.9 × 0.9
▭	0.6 × 0.8	0.8 × 1
	no rungs	with rungs

*) shafts above a working height of 2 m calculated from the invert level can be reduced to a diameter of 0.8 m

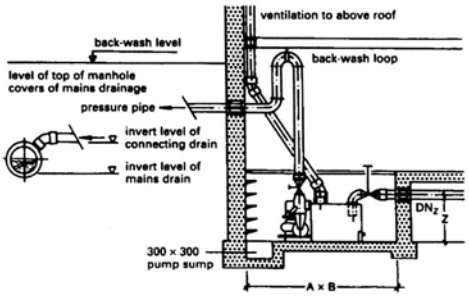
(۳) ابعاد ادمروها



(٤) کانال دستشویی‌ها



(٥) جعبه پمپ



	capacity	lift (m) 3	7	14	dimensions (mm) A	B	Z	DN_z (mm)
family house	m³/h	47	12	–	1000	1000	450–500	100
multi-family home	m³/h	64	22	–	1800	1300	700–850	125
large complex	m³/h	144	100	18	2600	1950	800–900	150

(٦) نصب پمپ

سازه‌های سقف

سقف‌های دوبله از اقتصادی‌ترین سقف‌ها برای ساختمان‌های کم عرض است.

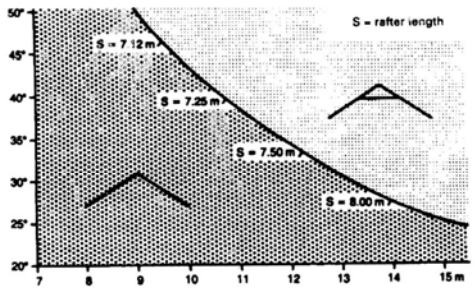
سقف‌های کولار (collar roofs) برای شیب‌های زیر ۴۵° ارزان تمام نخواهد شد، اما برای سقف‌های وسیع با عرض بالا مناسب می‌باشند.

سقف‌های دارای پایه‌های ساده همیشه از سقف‌های دوبله گران‌تر تمام شده و فقط در موارد خاص استفاده می‌شوند.

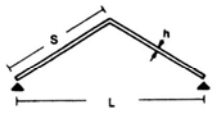
سقف‌هایی که دارای دو آویز هستند (پایه‌های عمودی) تقریباً همیشه از مقرون به صرفه‌ترین سقف‌ها می‌باشند.

سقف‌های پرلین (Purlin) که دارای سه آویز هستند، فقط برای ساختمان‌هایی با عرض بالا استفاده می‌شوند.

سقف‌ها، قسمت بستهٔ بالایی ساختمان‌ها را تشکیل داده، آن‌ها را در برابر تعریق و عواقب جوی از قبیل باد، سرما، وگرما محفوظ می‌دارد و شامل یک سازهٔ نگه دارنده و یک پوشش می‌باشد. اجزای نگه‌دارندهٔ سقف، به مصالح استفاده شده (چوب ، آهن، بتن مسلح) ، شیب سقف، نوع و وزن پوشش سقف، بار روی سقف و غیره بستگی دارد. بار فرضی سقف باید بر اساس قوانین فعلی (وزن بار مرده، بار زنده، باد و بار برف) در نظر گرفته شود. تفاوت بین سقف‌های دارای پرلین و فاقد آن به دلیل وجود تفاوت سیستم سازه‌ای آن‌ها باید در نظر گرفته شود، و همچنین تفاوت عمل کرد اجزای نگه‌دارنده سقف. در نتیجه این دو نوع بنا را می‌توان در هم ترکیب نمود. انواع مختلف انتقال بار یا نیرو، در نقشهٔ داخلی ساختمان نیز تاثیر دارد.



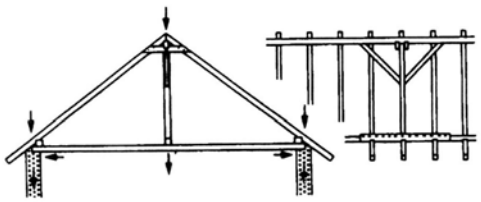
(۱) حدود اقتصادی ، شیب مقابل وسعت (عرض) در سقف‌های دوبله / کولار



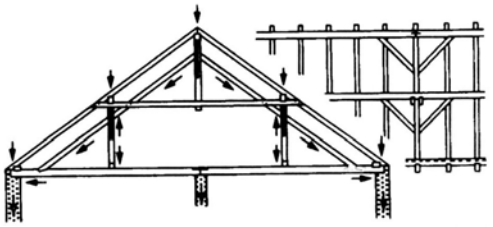
(۲) سقف دوبله

(۳) سقف کولار (یراق دار یا لجکی دار)

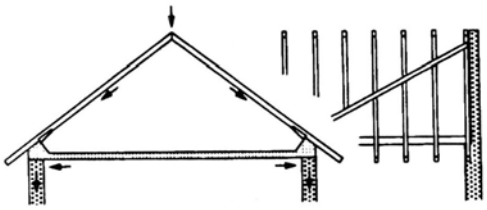
roof slope (degree)	span L (m)	height of structural component: h
15–40	10–20	$h \sim \frac{1}{25} \cdot S$
30–60	10–20	$h \sim \frac{1}{30} \cdot S$



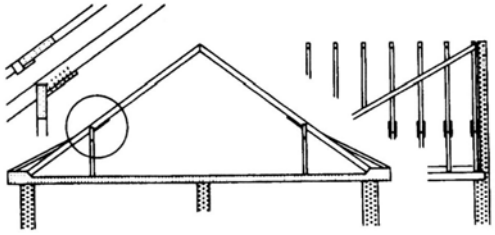
(٤) سقف‌های پرلین بدون شمع و دارای آویز مرکزی



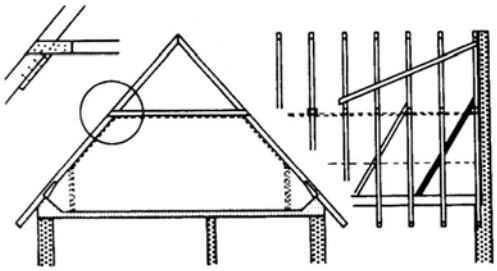
(٥) سقف‌های پرلین شمع‌دار



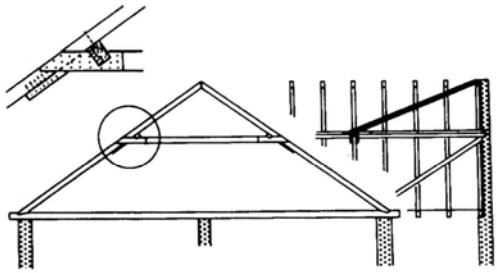
(٦) سقف‌های دوبل



(۷) سقف‌های دوبل اویزدار



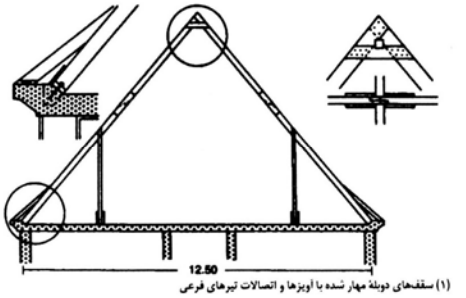
(۸) سقف کولار، دارای فضای زیر شیروانی



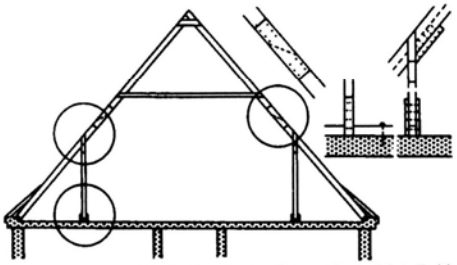
(۹) سقف کولار، دارای فضای زیر شیروانی

سازه‌های سقف

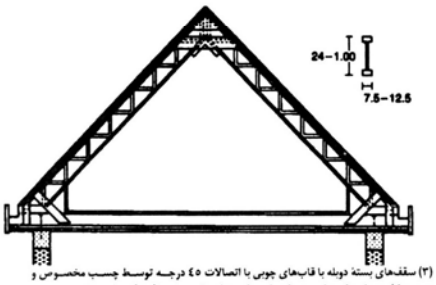
در سقف‌های پرلین‌دار، وظیفه و نقش تیرهای فرعی طاق خیلی جزیی بوده و الوارهای چوبی گرد شده نیز برای فواصل کم بین تکیه‌گاه‌های سازه قابل استفاده می‌باشد. پرلین‌ها تیرهای عرضی باربر هستند که نیروها را از تیرهای فرعی طاق به پایه‌ها انتقال می‌دهند. پایه‌های متناسب و معین برای پرلین‌ها (خرپاها یا دیوارهای مهار بندی شده) لازم است. سقف‌های اولیه نوع پرلین، دارای خطی افقی در اتصال لبه‌های بالایی دو سطح شیبدار بام بودند. سقف‌های پرلین دار دوبله، دارای حداقل یک آویز است. که در مرکز سقف قرار دارد. این، برای مواقعی که طول تیرهای فرعی طاق کوچک‌تر یا برابر ۴/۵ متر است مناسب بوده و برای ساختمان‌های عریض‌تر با طول تیرهای فرعی طاق بزرگ‌تر از ۴/۵ متر، دو یا چند پرلین با آویزهای عمودی مناسب ضرورت دارد. سقف‌هایی که دارای تیرهای فرعی کوتاه به طول حداکثر ۴/۵ متر می‌باشند، با استفاده از روش ساده (اصول مثلث مستحکم) قابل اجرا می‌باشد. در مواقعی که طول تیرهای فرعی از ۴/۵ متر بالاتر باشد، تقویت‌های میانی به روش کولار نیاز می‌باشد. استفاده از این روش منظم و محکم ساختمان، یک فضای زیر سقفی داخلی بدون پایه را ایجاد می‌نماید. در سقف‌های دوبله بسته به ایجاد یک اتصال کششی قوی ما بین پایه‌های تیرهای فرعی و تیرهای اصلی طاق نیاز می‌باشد. پیش آمدگی‌های لب بام‌ها از مشخصه‌های عمومی این سقف‌ها می باشند که باعث تغییر زاویه در شیب سقف‌ها می‌گردند. سقف‌های سادهٔ دوبله و کولار برای سقف‌های بزرگ مناسبند. سقف‌های کولار ، برای ساختمان‌هایی با عرض تقریبی ۱۲ متر که تیرهای فرعی به طولی برابر ۷/۵ متر و طول کولار ۴ متر دارد مناسب می‌باشد. سقف‌های کولار دارای قابی با سه اتصال به یک عضو کششی است. خرپاهای پیش ساخته یکی از روش‌های متداول در سازه‌های سقف‌های شیب‌دار است. این سقف‌ها از نظر سهولت بنا و سبکی الوارهای مورد نیاز، مقرون به صرفه است، در حالی که به دلیل اشغال کامل فضای سقف نامناسب می‌باشند.



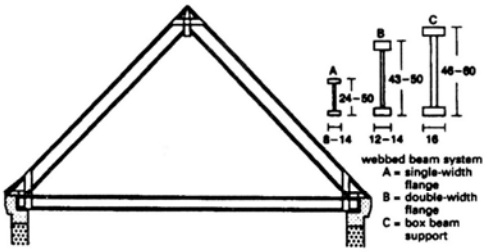
(۱) سقف‌های دوبلهٔ مهار شده با آویزها و اتصالات تیرهای فرعی



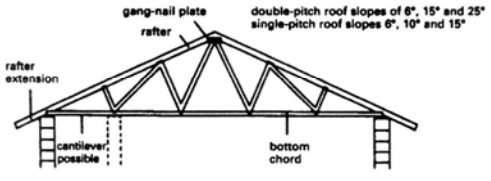
(۲) سقف‌های کولار با اتصالات تیرهای فرعی، با سه نوع مختلف از اتصالات محکم کننده



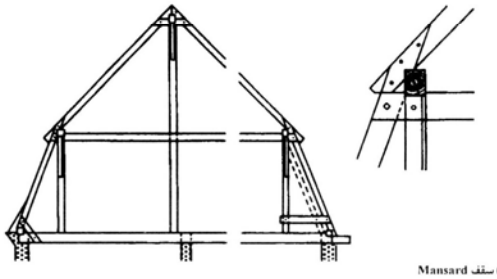
(۳) سقف‌های بستهٔ دوبله با قاب‌های چوبی با اتصالات ٤٥ درجه توسط چسب مخصوص و ستون یا شمع‌های زاویه‌دار به عنوان پایه برای دهانه‌هایی برابر یا کوچک‌تر از ۲۵ متر



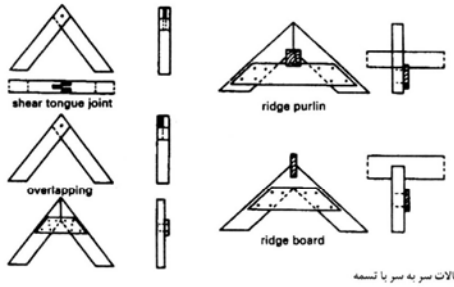
(٤) سقف‌های بستهٔ دوبله با تیرهای فرعی تار مانند و اتصالات چوبی یا چسب؛ نسبت ارتفاع نما به دهانه‌های پایه‌ها: ۱:۲۰ تا ۱:۱۵



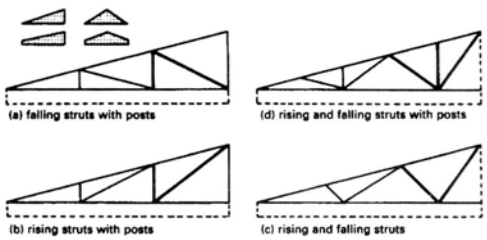
(٥) تیرهای فرعی خرپاها با استفاده از «صفحه میخ‌دار» برای سقف‌های مسطح سقف‌های Leon – to و سقف‌های Ridge



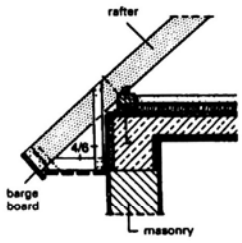
(٦) سقف Mansard



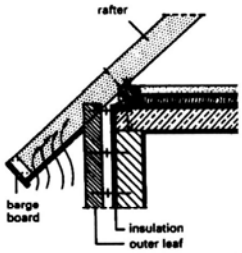
(۷) اتصالات سر به سر با تسمه



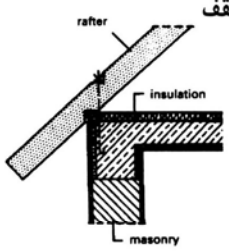
(۸) روش‌های ساختمان‌های چوبی و استحکامات آن‌ها



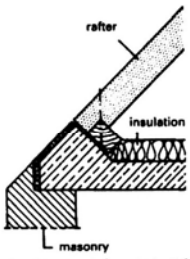
(۱) جزییات پیش آمدگی لب بام در سقف‌های پرلین



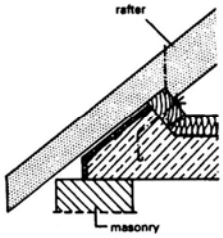
(۲) جزییات پیش آمدگی لب بام با دیوارهای دو جداره



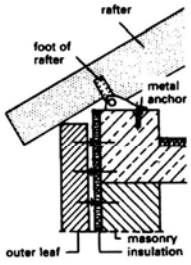
(۳) اتصال قسمت انتهایی تیرهای فرعی توسط پیچ یا تیر معکوس



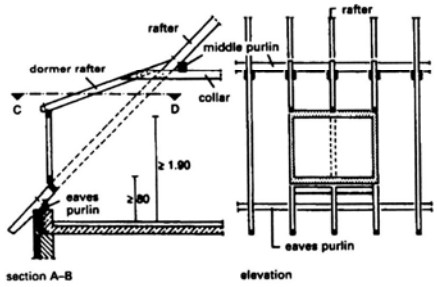
(٤) نگه دارندهٔ پیش آمدگی بام sole plate و میخ‌کاری تیر فرعی

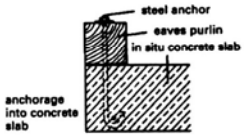


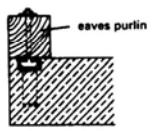
(٥) ادامهٔ تیر فرعی تا پیش آمدگی لب بام



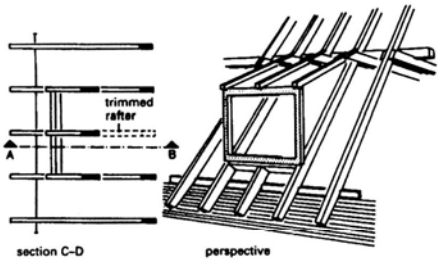
(٦) اتصال فلزی تیر فرعی



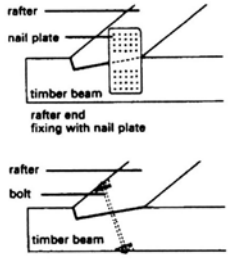




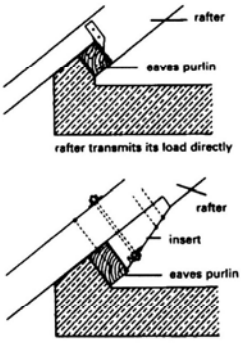
(۸) میل مهار و اتصال به بتن کف



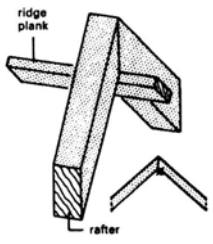
(۷) پنجره زیر شیروانی در سقف های پرلین



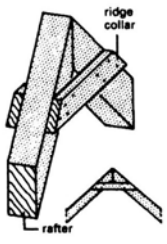
(۹) اتصال انتهای تیر فرعی توسط پیچ‌ها



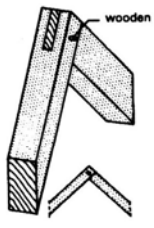
(۱۰) جزییات بابهٔ سقف، نگه‌دارندهٔ قسمت معلق تیر فرعی



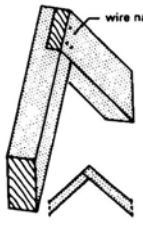
(۱۱) جزییات خط افقی دو پیوند گاه لبه‌های بالایی دو سطح سقف‌های پرلین؛ استفاده از تیر برای تراز کردن خط الرأس



(۱۲) اتصال و استفاده از پراق در خط افقی دو پیوندگاه لبه‌های بالایی تیرها



(۱۳) اتصال دو تیر توسط کام و زبانه

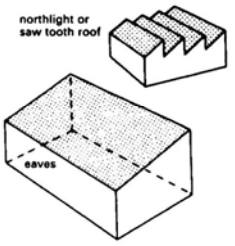


(۱٤) اتصال دو تیر توسط کام و زبانه

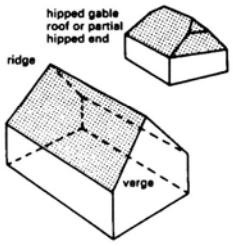
پوشش‌های سقف

سقف‌های گالی‌پوش، ساخته شده از کاه یا نی چاودار بوده که توسط دست کوبیده و به طول ۱/۲-۱/۴ متر به صورت بسته شده در می‌آید. دسته‌های بسته شده به فواصل ۳۰۰ میلی‌متر از یکدیگر روی بام قرار گرفته و کل ضخامت این سقف‌های گالی‌پوش بین ۱۸۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد. عمر مفید این سقف‌ها بین ۶۰ الی ۷۰ سال در آب و هوای آفتابی است، ولی در هوای مرطوب به نـدرت به نصف این زمان می‌رسد. در سقف‌های پوشش دار شینگل، از چوب بلوط، کاج و صنوبر استفاده می‌کرده و به نـدرت از قطعات مرتب و صاف استفاده می‌شود. سنگ‌های لوح شده سقف روی صفحات چوبی به ضخامت بیش از ۲۵ میلی‌متر و عرض ۱۶۰ میلی‌متر نصب شده و دارای پوششی نمد مانند به ضخامت ۲۰۰ gauge برای مقاومت در برابر باد و گرد و خاک دارد. روی هم افتادگی سنگ‌های لوح برابر ۸۰ میلی‌متر و ترجیحاً ۱۰۰ میلیمتر می باشد. طبیعی‌ترین نما توسط پوشش‌های لوح سنگی آلمانی در ← (۱۲) دیده می شود.

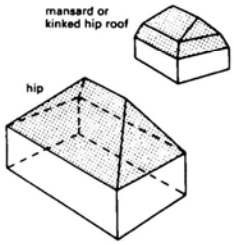
برای لوح‌های مصنوعی (تایل‌های سیمانی با الیاف) مناسب‌ترین طرح، طرح مستطیلی می‌باشد ← (۱۳) تایل‌ها : تایل ساده، تایل‌های به هم قفل شده و یا سقف‌های پنتایل را می‌توان انتخاب کرد ← (۱۴)+ (۱۶) + (۱۷)؛ یا تایل‌هایی سقفی بتنی که دارای پوشش روی پیوندگاه خط الرأس به سقف می‌باشند ← (۱۵). تایل‌هایی با شکل‌های مخصوص نیز موجود است که با تایل‌های سقفی استاندارد متناسب هستند ← (۹).



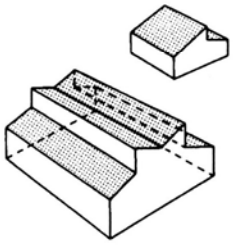
(۱) سقف تک شیب

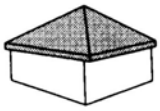


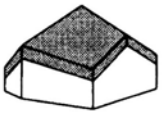
(۲) سقف دارای خط الرأس یا Ridge

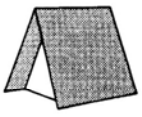


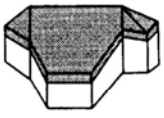
(۳) سقف گرده ماهی


(٤) سقف ترکیبی

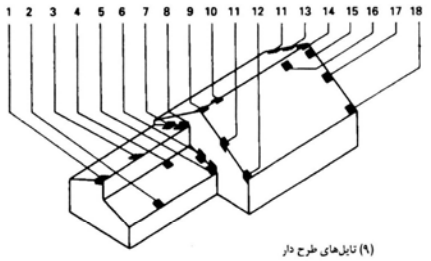

(٥) سقف هرمی


(٦) سقف هرمی، سطح مقطع چند ضلعی

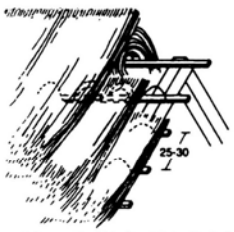

(۷) خانه سقفی


(۸) سقف Mansord سطح مقطع چند ضلعی

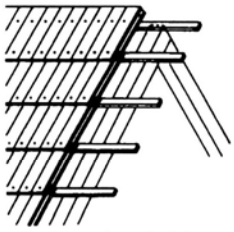
1 mono-pitch: edge tile, corner tile right
2 eaves tile
3 mono-pitch roof tile
4 wall connecting tile
5 eaves: wall connecting, corner tile right
6 wall connecting tile right
7 wall connecting tile left
8 lean-to roof: wall connecting, corner tile left
9 ridge end tile left
10 ridge and hip tile
11 edge tile left
12 eaves edge tile left
13 ridge connecting edge tile, corner tile left
14 ridge starting tile right
15 ridge edge connecting tile corner tile right
16 ridge connecting tile
17 edge tile right
18 eaves edge corner tile right



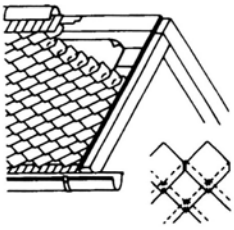
(۹) تایل‌های طرح دار

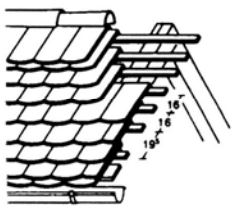


(۱۰) سقف‌های گالی پوش از کاه یا نـی چاودار
۰/۷ KN/m^2

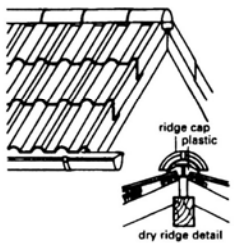

(۱۱) سقف‌های پوشـش دار شـینگل (shinge)

(۱۲) سقف‌های لـوح سـنگی آلمـانی
۰/٤٥-/٦۰ KN/m^2

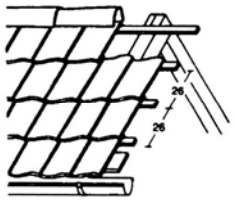

(۱۳) سقف‌های لوح سنگی انگلیسی بـا تخته‌های سیمانی الیاف دارای ۰/٥٥ KN/m^2-۰/٤٥



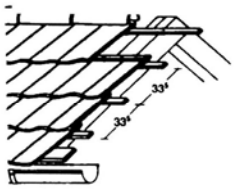
(۱٤) سقف دوبله (تایل‌های ساده) سـقف‌های سنگین ۳٤ تا ٤٤ تایل در متر مربع



(۱٥) سقف‌های دارای تایل‌های بتنـی ≥۱۸° KN/m^2
۰/٦-۰/۸



(۱٦) سقف‌های بتنایل (Pantile)، سـبک‌تر
۰/٥ KN/m^2



(۱۷) سقف‌های دارای تایل‌هـای بـه هـم قفل نـده
۰/٥٥ KN/m^2

پوشش‌های سقف

ورق‌های سیمانی دارای الیاف به شکل موج‌دار که برای پوشش سقف به کار برده می‌شوند، دارای طولی برابر ۱/۶ متر می‌باشند، که روی تیرهای فرعی با فواصل ۱۴۵۰-۷۰۰ میلیمتر نصب می‌شوند. این ورق‌ها دارای طولی برابر ۲/۵۰ متر بوده که در این صورت، فواصل تیرهای سقف بین ۱۱۷۵-۱۱۵۰ میلیمتر خواهد بود. روی هم افتادگی این ورق‌ها، برای نصب برابر ۲۰۰-۱۵۰ میلیمتر می‌باشد ← (۱) + (۲). پوشش‌های فلزی سقف‌ها از جنس روی، روی با پوشش تیتانیوم، مس، آلومینیوم و یا ورق‌های استیل گالوانیزه و غیره می‌باشند. ← (۵) +(۶). شکل‌های زیادی برای پوشش محل خط‌الراس سقف‌ها، پیش‌آمدگی لب بام‌ها وگوشه‌های سقف‌ها وجود دارد. ورق‌های مسی در ابعاد مختلف تجاری موجود است. ← (۱۰).

از فلزات به کار برده شده برای پوشش سقف مسی بالاترین قابلیت چکش خواری را دارد، بنابراین برای پرس کردن، کشیدن و رول کردن مناسب‌تر است، و خصوصیات و اکسیده شدن مس از نظر عموم شناخته شده است. از ترکیباتی که شامل آلومینیوم، روی پوشش شده با تیتانیم و استیل گالوانیزه شده نباید استفاده شود ولی ترکیبات با سرب و استیل با درجه بالا مجاز می‌باشند. سقف‌های مسی در برابر بخار آب غیر قابل نفوذ بوده و برای سقف‌های سرد مناسب می‌باشند. ص ۸۱

بار سقف: محاسبات بر حسب کیلو نیوتون بر هر متر مربع سطح سقف است. سطح سقف بر حسب یک متر مربع (سطح شیب‌دار سقف) بدون در نظر گرفتن تیرها واتصالات می‌باشد. *پوشش‌های تایلی سقف و تایل‌های بتنی سقف:* بارگذاری شامل اتصالات ملات دار نیست (برای اتصالات ۰/۱ کیلونیوتون بر حسب متر مربع اضافه شود).

Plain tiles and plain concrete tiles	
for split tiled roof including slips	0.60
for plain tiled roof or double roof	0.80
Continuous interlocking tiles	0.60
Interlocking tiles, reformed pantiles, interlocking pantiles, flat roof tiles	0.55
Interlocking tiles	0.55
Flanged tiles, hollowed tiles	0.50
Pantiles	0.50
Large format pantiles (up to 10 per m²)	0.50
Roman tiles without mortar jointing	0.70
with mortar jointing	0.90
Metal roofing aluminium roofing (aluminium 0.7 mm thick)	
including roof boards	0.25
Copper roof with double folded joints (copper sheet 0.6 mm thick)	
including roof boards	0.30
Double interlocking roofing of galvanised sheets (0.63 mm thick)	
including roofing felt and roof boards	0.30
Slate roofing – German slate roof on roof boards including roof felting	
and roof boards with large panels (360 mm × 280 mm)	0.50
with small panels approx. (200 mm × 150 mm)	0.45
English slate roof including battens on battens in double planking	0.45
on roof boards and roofing felt, including roof boards	0.55
Old German slate roof on roof boards and roofing felt	0.50
double planking	0.60
Steel pantile roof (galvanised steel sheet)	
on battens – including battens	0.15
on roof boards, including roofing felt and roof boards	0.30
Corrugated sheet roof (galvanised steel sheet) including fixing materials	0.25
Zinc roof with batten boards – in zinc sheet no. 13, including roof boards	0.30

roof area to be drained: semicircular guttering (m^2)	guttering diameter (mm)	drain channel section width (mm)
up to 25	70	200
25–40	80	200 (10 parts)
40–60	80	250 (8 parts)
60–90	125	285 (7 parts)
90–125	180	333 (6 parts)
125–175	180	400 (5 parts)
175–275	200	500 (4 parts)

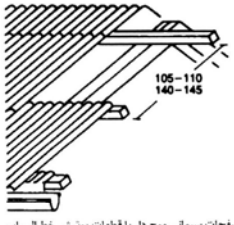
General rule: guttering should be provided with a fall to achieve greater flow velocities to combat blockages, corrosion and icing. Guttering supports are usually of flat galvanised steel in widths from 20 to 50 mm and 4–6 mm thick.

(۱۱) اندازه‌های استاندارد: ابروها بر حسب سطح مورد زهکشی

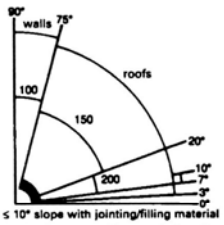
roof area to be drained: round drain pipe (m^2)	diameter of drainpipe (mm)	section width of sheet metal pipes (mm)
up to 20	50	167(12 parts)
20–50	60	200 (10 parts)
50–90	70	250 (8 parts)
60–100	80	285 (7 parts)
90–120	100	333 (6 parts)
100–180	125	400 (5 parts)
180–250	150	500 (4 parts)
250–375	175	
325–500	200	

Fixing by means of pipe brackets (corrosion protected) whose internal diameter corresponds to that of the drain pipe; minimum distance of drain pipe from wall = 20 mm; pipe brackets separated by 2.0 m

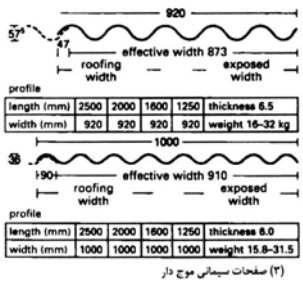
(۱۲) اندازه‌های استاندارد: ناودان‌ها بر حسب سطح مورد زهکشی



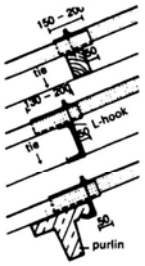
(۱) صفحات سیمانی موج دار با قطعات پوشش خط الراس بام و پیش آمدگی لب بام با باری برابر ۰/۲ KN/m^2



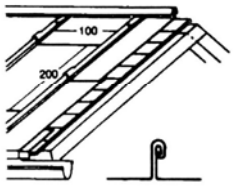
۲- حداقل شیب سقف و روی هم افتادگی صفحات پوشش سقف ← (۱)



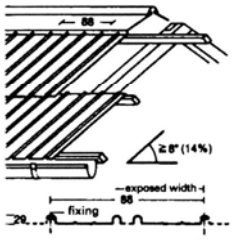
(۳) صفحات سیمانی موج دار



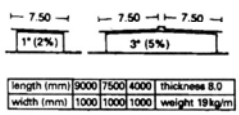
(٤) چگونگی نصب و اتصالات



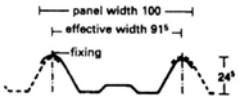
(۵) ورق‌های پوشش سقفی، نصب اتصالات برآمده ۰/۲۵ KN/m^2



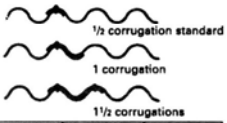
(۶) سقف‌های دارای تایل‌های صفحه‌ای استیل



length (mm)	9000	7500	4000	thickness 8.0
width (mm)	1000	1000	1000	weight 19 kg/m



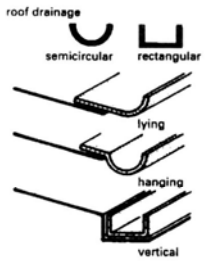
(۷) اجزای بزرگ برای سقف و دیوارها



roof depth eaves/ridge	profile ht 18–25 mm	26–50 mm
up to 6 m	10° (17.4%)	5° (8.7%)
6–10 m	13° (22.5%)	8° (13.9%)
10–15 m	15° (25.9%)	10° (17.4%)
over 15 m	17° (29.2%)	12° (20.8%)

8–10°	200 mm with sealing of overlap
10–15°	150 mm without sealing of overlap
over 15°	100 mm without sealing of overlap

(۸) حداقل شیب : ورق‌های موجدار، و روی هم افتادگی جانبی



(۹) وضعیت و شکل ابروها

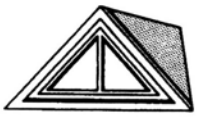
supplied form	rolls	panels
length (m)	30–40	2.0
max. width (m)	0.6 (0.66)	1.0
thickness (mm)	0.1–2.0	0.2–2.0
specific wt (kg/dm³)	8.93	8.93

(۱۰) وضعیت و ابعاد رول‌های مسی برای نصب به صورت ورق یا نوارهای باریک

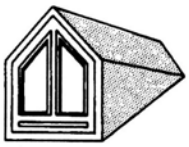
پنجرهٔ روی شیروانی

در مواقعی که نورگیرهای سقفی به داخل اطاق زیر شیروانی نورکافی فراهم نمی‌کنند، پنجره‌های روی شیروانی مورد نیاز است. اندازه، شکل و حمل پنجره‌های روی شیروانی به نوع سقف، اندازهٔ آن و مقدار نور مورد نیاز بستگی دارد.

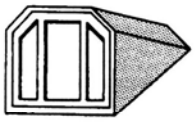
در صورت امکان ، همه پنجره‌های روی شیروانی، باید یک اندازه و یک شکل باشند. شکل و مواد به کار برده در ساخت پنجره‌های روی شیروانی و جزییات آن، باعث هماهنگی آن با شیب سقف خواهد شد. معمولاً به دلیل جلوگیری از برش و هزینه‌های بالا، برای اصلاح تیرهای سقف، عرض پنجره‌های روی شیروانی را برابر فواصل تیرها در نظر می‌گیرند.



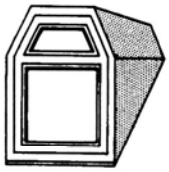
(۱) پنجره روی شیروانی مثلثی با زاویه ٤٥

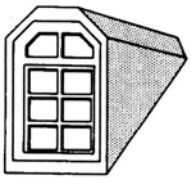


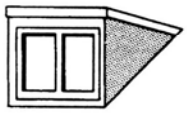
(۲) پنجره روی شیروانی گیبل (Gable) با زاویه ٤٥



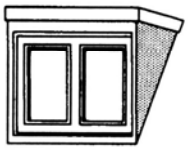
(۳) پنجره روی شیروانی ذوزنقه‌ای شکل

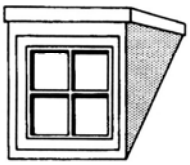


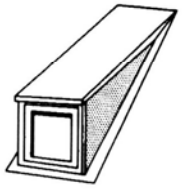




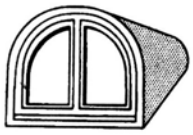
(٤) پنجره روی شیروانی با سقف مسطح



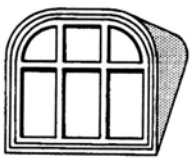


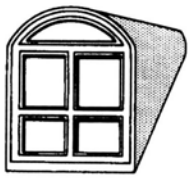


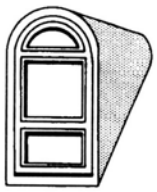
(٥) پنجره نسبیدار روی شیروانی

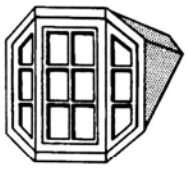


(٦) پنجره روی شیروانی با سقف گرد



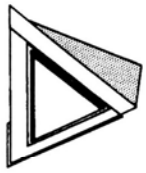




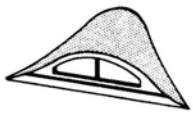


(۷) پنجره روی شیروانی واقع شده بین دو ستون

(۸) پنجره روی شیروانی با سقف گنبده ماهی شکل



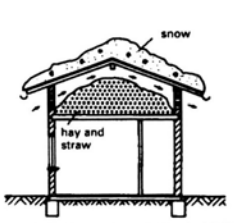
(۹) پنجره روی شیروانی مثلثی



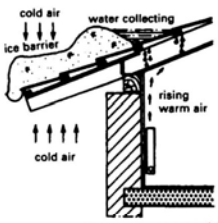
(۱۰) پنجره روی شیروانی مثلثی

فضای زیر شیروانی

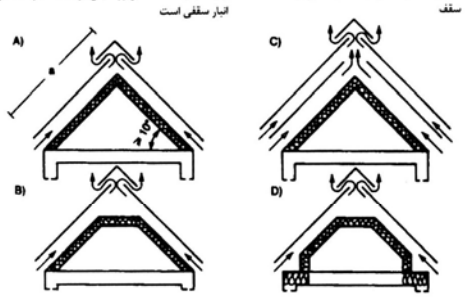
فضـای زیـر سـقف در خانـه‌های روسـتایی در منطقـه آلـپ، بـرای انبـار و نگـه داری از محصولات برداشت شده از قبیل (جو، کاه و غیره) بوده است. این فضا در محل پیش آمـدگی لب بام باز بوده تا گردش هوای سرد به داخل این فضا فراهم شود. در این فضا، تفاوت ناچیزی بین دمای بیرون و داخل وجود دارد ← (۱) به همین دلیل، برف روی سقف به طـور یکسـان می‌نشیند. اطاق‌های مسکونی زیرین توسط مواد انبـار شـده در اطـاق زیـر شـیروانی، از سـرما محفوظ بوده‌اند. بدون وجود عایق‌های حرارتی در سقف و در صورت گـرم نمـودن هـوای ایـن فضای زیر شـیروانی، بـرف روی سـقف آب شـده، و تبدیـل بـه یـخ می‌شـود ← (۲). نصـب عایق‌های حرارتی زیر این سقف‌ها از به‌وجود آمدن این مشکل جلوگیری می‌کند. فضای باز در این سقف‌ها، در تقاطع مقابل دو طرف سقف قرار داشتند و هر یک حداقل برابر ۲ درصـد سـطح سقف مورد نظر بوده‌اند بنابراین، نم و رطوبت زیر این سقف‌ها از بین می‌رود. اندازه این فضـای باز به طور متوسط برابر ۲۰ میلیمتر بر هر متر سطح سقف بوده است ← (۵) –(۱۰).



(۱) مقطع یک ساختمان روستایی در منطقه الپ کـه دارای انبار سقفی است



(۲) مراحل تولید یـخ و مسـدود نمـودن سقف

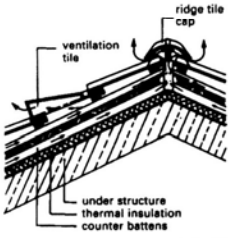


(۳) نمونه سقف‌های تهویه‌دار: شیب سقف بیشتر از ۱۰ درجه (شماتیک)

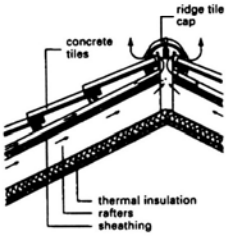
(٤) نمونه سقف‌های تهویه‌دار: شیب سقف کمتر از ۱۰ درجه (شماتیک)

(۵) تهویهٔ فضای سقف از داخـل اتصـالات نمای چوبی سقف

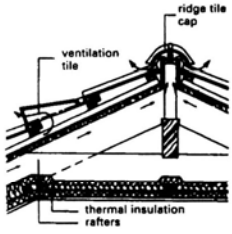
(٦) طرح پیش آمدگـی لـب بـام: سـقف سـرد دو لایـه بـا اتصالات افقی و مسیر گردش هوا



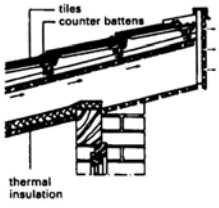
(۷) سقف‌های پتنی



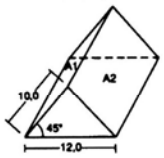
(۸) ساخت سقف‌های چوبی



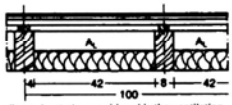
(۹) سقف‌های چوبی با سقف کاذب



(۱۰) سقف سرد دو لایه: خروجی هوا در هـر دو فضا از میان برش‌های نمای چوبی سقف



(۱۱) ابعاد سقف‌های دارای شیب دو طرفه



dimension to be considered is the ventilation cross-section between the thermal insulation and the underside of the roof assembly

(۱۲) اجرای سقف: نصب عایق بین تیرها

calculation

Example:

eaves

Condition:

≥ 2‰ of the associated inclined roof surface A1 or A2
However, at least 200 cm²/m
A_L = ventilation cross-section
A_L eaves ≥ $^2/_{1000} \times 9.0 = 0.018\,m^2/m$
= 180 cm²/m

Since, however, 180 cm²/m is less than the required minimum cross-section of 200 cm²/m, the minimum value must be taken.

Measurement:

A_L eaves ≥ 200 cm²/m

Application:

Determination of the height of the ventilation slot of the unrestricted air space to be ventilated, allowing for the 8cm wide rafters, with A_L – 200 cm²/m:

Height:

Ventilation slot $H_L = \frac{\text{required } A_L}{100 - (8+8)}$

$H_L = \frac{200}{100 - 16}$

$H_L \geq 2.4\,cm$

On a double pitch roof with a rafter length < 10 m, the value of ≥ 200 cm²/m applies, for the eaves (A_L eaves)
On double pitch roofs with rafter length ≥ 10 m
A_L eaves ≥ $^2/_{1000} \times$ A1 or A2 cm²/m

Example:

ridge

Condition:

≥ 0.5‰ of the associated sloping roof surface A1+ A2

Calculation:

A_L ridge = $^{0.5}/_{1000} \times (9.0+9.0) = 0.0009\,m^2/m$
= 9 cm²/m

Measurement:

A_L ridge = 9 cm²/m

Application:

Ridge elements with ventilation cross-section and/or vent tiles according to manufacturer's data.

calculation

Example:

remaining roof surface

Free ventilation cross-section $A_L \geq 200\,cm^2$
Free height ≥ 2 cm

Calculation:

Height of the ventilation area = $\frac{\text{required } A_L}{100 - (8 + 8)}$

= $\frac{200}{100 - 16}$

= 2.4 cm

The space under the sarking felt must be taken into account, i.e. with a 2 cm height, the distance from the upper edge of the thermal insulation to the upper edge of the rafter must be at least 4.4 cm.

Example:
equivalent air layer diffusion thickness

Condition:

a = length of rafters
s_d = equivalent air layer diffusion thickness
a ≤ 10 m: $s_d \geq 2$ m
a ≤ 15 m: $s_d \geq 5$ m
a > 15 m: $s_d \geq 10$ m
with $s_d = \mu m \cdot s$ (m)
μ = water vapour
Coefficient of diffusion resistance
s = material thickness (m)

Application:

(a) Rigid polyurethane foam (8cm thick)
s = 8cm = 0.08 m
μ = 30/100
$s_d = 30 \times 0.08 = 2.4$ m
s_d required = 2 m

(b) Mineral fibre insulating mat with laminated aluminium foil (by enquiry to manufacturer)
s = 8 cm
s_d = 100 m > s_d required = 2 m

By using a suitable insulation, the requirement s_d = 2 m can be easily met. The equivalent thickness s_d of the insulation system is best obtained by enquiry to the manufacturer.

(۱۳) نمونه: محاسبات سطح مقطع تهویه در سقف‌هایی کـه دارای پوشـش و خط‌الرأس هستند

شیب سقف و سقف‌های مسطح

سقف سرد (ص ۸۱): این سقف‌ها با تعبیه محـل جریـان هـوا در زیـر پوشـش سقف ساخته می‌شوند. این روش در رابطه با عبور هوا در مواقعی که شیب سقف زیر ۱۰ درجه است مورد انتقاد می‌باشد، بنابراین، امروزه فقط با استفاده از سد بخار اجـرا می‌شود. سقف گرم با روش عادی در ← (۴) نشان داده شده (این نوع سقف شـامل سد بخار نیز می‌باشد). از زیر شامل سازه سقف ـ سد بخار ـ عـایق ـ قـیر انـدود ـ و لایه محافظ می‌باشد. سقف گرم به طور معکوس در ص ۸۱ توضیح داده شده است. این نوع سقف از زیر شامل: سازهٔ سقف ـ قیر اندود ـ عایق و لایه‌های محافظ که به عنوان بار اضافه می‌گردد. سقف گرم با محـافظ بتنـی در ص ۸۱ توضیـح داده شـده است: ساخت این نوع سقف از زیر شامل عایق، پانل‌های بتنی به عنوان سازه سـقف و محافظ (دارای ریسک) کف بتنی تو پر، به نحوی باید اجرا گردد که امکان انبسـاط در برابر گرما را دارا بوده به همراه درز انبساط، روی دیوارهای بار بـر باشـد (ص ۸۰ ← (۵) –(۸)) و سطح جدایی بین دال بتنی سقفی با دیوارهـای داخلـی (نوارهـای styrofoam که ابتدا بر زیر بلوک‌های سقفی چسبانده شـده‌اند). لازمـهٔ عملکـرد صحیح : شیب ساخته شده بزرگ‌تر یا برابر ۱/۵ درصد و ترجیحاً ۳ درصـد باشـد (در غیر این صورت آب‌های سطحی روی سقف جمع خواهد شد).

سد بخار: در صورت امکان، باید از یک لایه نمد به قطر ۲ میلی‌متر که در یـک طـرف آن ورق آلومینیـوم نصب شـده استفاده نمـود. لایـهٔ بـالا روی لایـه‌ای از پشم‌شیشه که روی ورق‌های بتنی سقف نصب شده قرار می‌گیرد و این لایـه بـرای محافظت از نفوذ گرد و خاک توسط ماده‌ای از جنس قیر پوشانده خواهـد شـد. ایـن سد بخار زیر مواد ومصالح سقف قـرار مـی‌گیـرد تـا حـدی کـه از تعریـق در سـقف جلوگیری نماید ← (۲) + (۳).

عایق‌بندی مواد غیر قابل پوسیدن (فوم)؛ برای اندازه‌هـا بـه جـدول ۴ مراجعـه شود؛ به ترتیب دو لایه یا یک لایه همراه با درزهای کمتر که در تمام جـهات قفـل شده باشد.

غشای سقفی روی غشای نفوذ پذیر در برابر بخار: (نمد موجدار یا لایـهٔ عـایق برای جلوگیری از ایجاد حباب). سه لایه با استفاده از روش ریختن و پهن کـردن بـا دو لایه از پشم شیشهٔ غشـای مخصـوص سـقف، بـه عـلاوهٔ لایـه‌ای از ورق‌هـای پشم‌شیشه در بین دو لایه، و یا دو لایه از نمد بـا اسـتفاده از روش جـوش دادن توسط قیر($d \geq 5mm$).

یک لایه از کاغذ قیر اندود نیز برای این کار مجاز می‌باشد، اما به علـت وجـود اشکالات و امکان پارگی به علت نازک بودن این لایه، دو لایه بودن ورق‌ها توصیـه می‌شود.

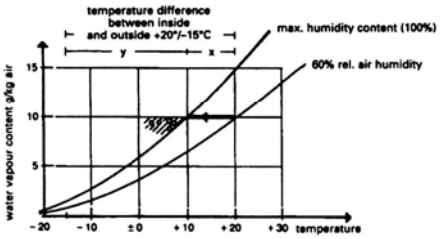
لایهٔ محافظ درصورت امکان باید شامل، لایه‌ای از شن و ماسه به ضخامت ۵۰ میلیمتر با دانه بندی ۳۰–۱۵ میلیمتر باشد کـه روی یـک لایـهٔ جـدا کننـده ریختـه می‌شود؛ این کار از ایجاد حبـاب هـوا، شـوک‌های حرارتـی تنش‌هـای مکـانیکی، و تخریب بر اثر اشعه‌های UV جلوگیری می‌نماید. اضافه بر این، یک لایه محـافظ ۸ میلیمتری از جنس تسمهٔ لاسـتیکی زیـر لایـهٔ شـن و ماسـه قـابل اجـرا می‌باشـد. اتصالات باید به طریق درزگیری گرم، درزگیری و آب‌بندی شوند (لازم الاجرا بـرای تراس‌ها و باغچه‌های سقفی)

نکات و جزییات لازم

خروجی‌ها (در ص ۸۰ ← (۱) – (۴))، باید همیشه عایق بندی حرارتی شـده ، در سطح زهکشی ، همراه با اتصالات به سطح سد بخار برای ایجاد خروجی و پس از اتصال به ناودان، درزگیری شود. برای لوله‌های تخلیه همراه بـا لایـهٔ تعریـق کـه عایق بندی شده‌اند، به ص ۸۰ ← (۴) مراجعه شود. برای جلوگیری از تخریـب بـر اثر تعریق، شیب سطح به طرف ورودی باید از ۳ درصد بالاتر باشد. تهویه برای لایه انقباضی لازم نیست. اتصالات انعطاف پذیر باید تا لبه سقف ادامه داشته باشـد. (ص ۸۰ ← (۵) – (۸)). اجزای لبه‌های سقف باید انعطـاف پذیـر بـوده، از پروفیل‌هـای آلومینیوم یا بتنـی اسـتفاده شـود (مراجعـه بـه ص ۸۰ ← (۵) – (۸))، اتصـالات از جنس روی بر خلاف قوانین بوده و باعث ایجاد شکاف و ترک روی پوشـش سـقف می‌شود. اتصالات دیوارها بایدحداقل ۱۵۰ میلیمتر بالاتر از سطح زهکش‌هـا توسـط اتصالات مکانیکی نصب شده و فقط به مواد چسبنده اتکا نشـود. در مـواردی کـه از سقف‌های فلزی، به عنوان سطح بار بر استفاده می‌شود، شکاف در پوسته سـقف بـه علت ارتعاش، به‌وجود خواهد آمد. پیش‌بینی‌هـای لازم بـرای افزایـش اسـتحکام بـا استفاده از ورق‌های ضخیم‌تر یا استفاده از پوششی به ضخامت ۱۵ میلی‌متر از جنس چوب ساختمانی (پشم چوب) که به طریق مکانیکی نصب شده است و برای کـاهش ارتعاش بوده و یا از لایه‌ای از شن و ماسه و ورقه‌های سقفی نشـکن اسـتفاده شـود. سد بخار نصب شده روی سطح، باید همیشه توسط روش نصب گرم، نصب شود (بـا استفاده از هدایت گرمایش).

paved roof for walking on	2° – 4° usually 3° – 4°
wood cement roof	2.5° – 4° usually 3° – 4°
roof with roof felting, gravelled	3° – 30° usually 4° – 10°
roof with roof felting, double	4° – 50° usually 6° – 12°
zinc, double upright folded joints (standing seams)	3° – 90° usually 5° – 30°
felted roof, single	8° – 15° usually 10° – 12°
plain steel sheeted roof	12° – 18° usually 15°
interlocking tiled roof, 4 segment	18° – 50° usually 22° – 45°
shingle roof (shingle canopy 90°)	18° – 21° usually 19° – 20°
interlocking tiled roof, standard	20° – 33° usually 22°
zinc and steel corrugated sheet roof	18° – 35° usually 25°
corrugated fibre cement sheet roof	5° – 90° usually 30°
artificial slate roof	20° – 90° usually 25° – 45°
slate roof, double decked	25° – 90° usually 30° – 50°
slate roof, standard	30° – 90° usually 45°
glass roof	30° – 45° usually 33°
tiled roof, double	30° – 60° usually 45°
tiled roof, plain tiled	35° – 60° usually 45°
tiled roof, pantiled roof	40° – 60° usually 45°
split stone tiled roof	45° – 50° usually 45°
roofs thatched with reed or straw	45° – 80° usually 60° – 70°

(۱) شیب سقف

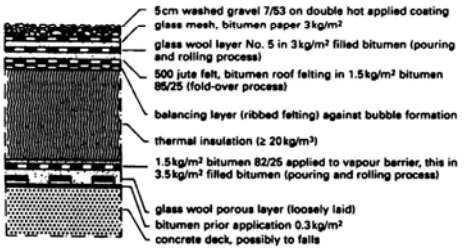


(۲) ۱- اگر درجهٔ هوا تا زیر نقطهٔ شبنم سرد شود، آب از هوا جدا خواهد شد؛ تفاوت بین دمای اطاق و نقطهٔ شبنم (بسـته بـه مقدار بخار آب در هوای اطاق) را می‌توان به عنوان درصد «X» از تفاوت بین دمای خارج و داخل عنوان نمود ← (۳)
۲- تفاوت بین دمای داخل و خارج به لایه‌های موجود در سازه و هوا بستگی داشته و عمل این لایه‌ها به عنوان عایق حرارتـی به کار می‌رود
۳- اگر قسمتی از لایه‌های داخلی سد تعریق به عنوان عایق حرارتی «x و y» تا حدی که کمتر از درصـدی از x باشـد بـاقی بماند، بنابراین دمای سد تعریق بالاتر از نقطه شبنم خواهد ماند و عمل تعریق صورت نخواهد گرفت

	living rooms 20°C, 60% rel. humidity			swimming bath 30°C, 70% rel. humidity		
outside temperature	–12	–15	–18	–12	–15	–18
(%)	25	23	21	15	14	13

(۳) حداکثر تاثیر x در برابر عایق حرارتی قطعات ساختمان، شامل لایه‌های داخل سد تعریـق، و حـد لایـه هـوا، بـرای جلوگیری از ایجاد تعریق خواهد بود

example:
living room 20°/60% rel. humidity
outside temperature –15°C, x = 23%
concrete layer 20cm 1/C = 0.095 m²K/W
air boundary layer inside 1/α = 0.120 m²K/W
layers up to the vapour barrier = 0.215 m²K/W
0.215 = 23%; 100% = 0.94 m²K/W
outer insulation of ≥ 0.94–0.215 ≥ 0.725 ≥ 3cm Styrofoam on the vapour barrier = no condensation



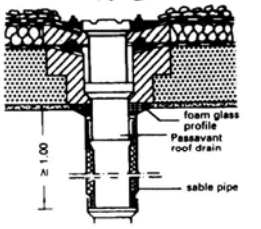
(۴) بهترین روش و طرح سقف‌های گرم

roof weight	required thermal resistance
100 kg/m²	0.80 m² · K/W
50 kg/m²	1.10 m² · K/W
20 kg/m²	1.40 m² · K/W

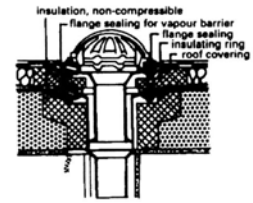
(۵) بهترین روش و طرح سقف‌های گرم

سقف‌های مسطح

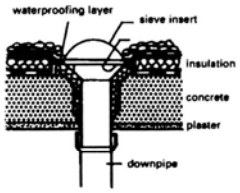
ساخت سقف‌های گرم



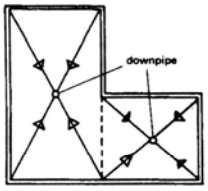
(٤) با ناودان عایق بندی شده



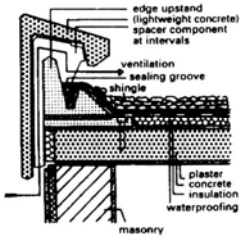
(٣) خروجی دو مرحله‌ای با آب بندی لبه دار و مواد عایق از جنس فوم شیشه، لایه زیرین نهفته در بتن (passavant) مقیاس ۱:۱۰



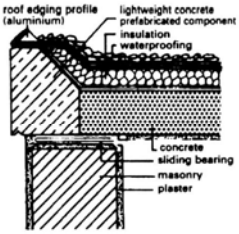
(٢) خروجی سقف مسطح از جنس پلی‌استر مستحکم نشده با الیاف شیشه‌ای با عایق پیش ساخته؛ بهتر است در دو مرحله انجام شود ← (٣)



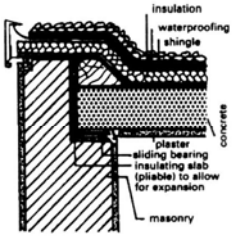
(١) زهکش سقف – حداقل دو خروجی شیب ۳ درصد



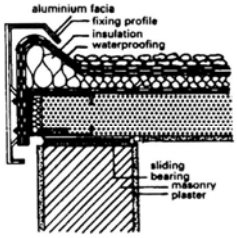
(٨) مقطع از گوشه بتنی



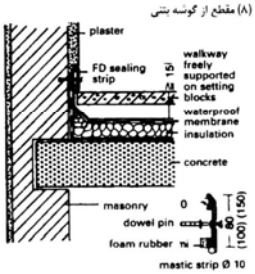
(٧) گوشهٔ سقف پنهان



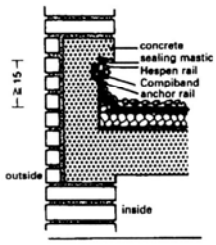
(٦) گوشهٔ سقف مسطح با اتصال کنسولی پنهان



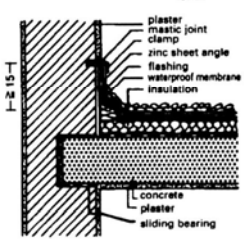
(٥) گوشهٔ سقف مسطح با اتصال باز کنسولی



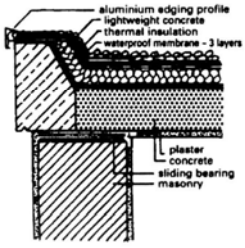
(١٢) اتصالات دیوار با نوارهای آب بندی FD (راهروها)



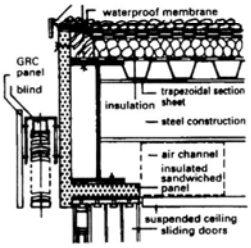
(١١) اتصالات دیوار: اتصالات لبه دار با مهار بندی و ریل



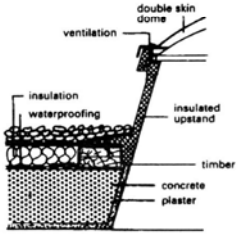
(١٠) اتصالات دیوار توسط ورق روی زاویه و آب بندی



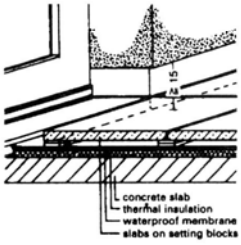
(٩) لایه محافظ – دو لایه شن؛ بهتر است از شن و ماسه استفاده شود



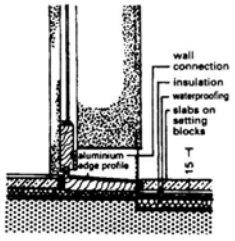
(١٦) استخر سر پوشیده با پانل‌های ساندویچی در نما



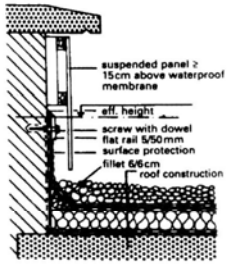
(١٥) گنبد دو لایه با فضای تهویه (ص ١٥٩)



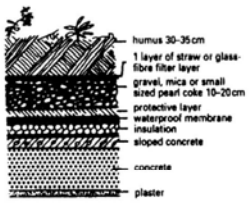
(١٤) اتصالات دیوار، با استفاده در ، در سطح بالاتر



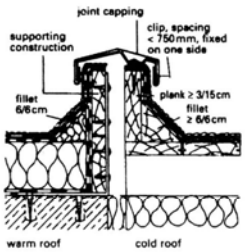
(١٣) اتصالات دیوار در نزدیکی در بالکن



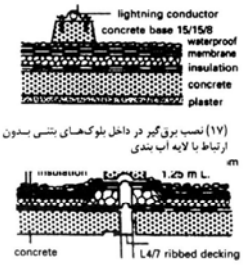
(٢١) اتصالات دودکش با پانل اویز نما



(٢٠) باغچهٔ روی سقفی روی سقف گیرم – امکان جایگزینی لایهٔ محافظ با ورق‌های لاستیکی رشته‌ای وجود دارد



(١٩) درز متحرک همراه با سازه‌های تقویت نشده و در بوش



(١٧) نصب برق‌گیر در داخل بلوک‌های بتنی بدون ارتباط با لایه آب بندی

(١٨) درز انبساط با استفاده از محافظ اضافی

سقف‌های مسطح

ساختار سقف سرد

سطح نهایی سقف روی بستری از شینگل یا بلوک‌های مقاوم به شکل شن قابل حرکت پوشیده می‌شود. از امتیاز آن: سطح آب پایین تر از سطح تراس است و یخ زدگی جدی وجود ندارد. باغچه‌ها روی بام، دارای زهکشی سطحی در لایه مربوط به زهکشی بوده که اطراف آن با شینگل یا مشابه آن همراه با یک لایه فیلتر در بالای آن پر می‌شود. (ص ۸۰ ← (۲۰)).

سقف روی استخرهای شنا و غیره دارای سقف کاذب و یک فضای بالای آن است که تهویه یا گرم می‌شود، به جدول ۳ ص ۷۹ نگاه کنید . معمولاً آن‌چه که تمام لایه‌ها تا سد بخار، که شامل سد نفوذ هوا نیز می‌شود حداکثر ۱۳/۵ درصد مقاومت حرارتی است . $1/k$

کار با چوب ← (۵) یک راه حل ساده و کار با ارزش از نظر قیمت آن است.

NB: عایق حرارتی بالای سد بخار از آن چه روی سقف بتنی اجرا می‌شود، باید ضخیم‌تر باشد. نه تنها به خاطر پایین آمدن وزن سطح بلکه به خاطر آن نیز که در غیر این صورت مجموعهٔ لایه‌ها تا سد بخار خیلی بالاتر می‌رود (لایهٔ هوای اطراف + ضخامت چوب)

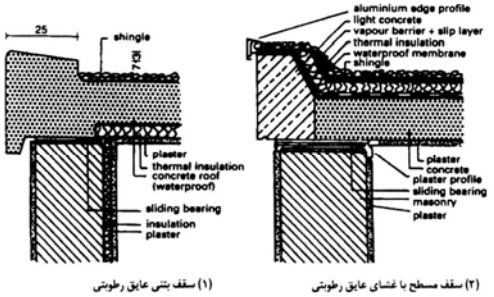
سقف معکوس ← (۲) یک راه حل غیر معمول با دوام بالا است (تا کنون فقط با انواع فوم پلی‌استایرن امکان اجرای آن وجود دارد) . توفالکوبی (شینگل) فقط برای لایهٔ بالای سقف، در بسیاری مواقع کافی نیست، و بهتر است که سطحی فرش شده وجود داشته باشد. از امتیاز آن: عایق رطوبتی سریع اجرا می‌شود، پیدا کردن اشکالات آسان است و محدودیت برای استفاده آن وجود دارد؛ عایق حرارتی ۱۰ تا ۲۰ درصد ضخیم‌تر از سقف گرم معمولی .

با یک سقف بتنی ← (۱)، به خاطر محل قرار گرفتن عایق، بعضی مواقع تعریق به وجود می‌آید، و در تابستان خشک می‌شود که برای اطاق‌های مرطوب مناسب نیست. ریسک کار به دقتی بستگی دارد که تولید کننده، برای اجتناب از ترک‌های هندسی (جمع و فشرده شدن) و حل مسایل اتصالات ، و عبور از بتن به کار می‌برد.

یک سقف کاملاً مسطح سرد ← (۶) و (۸) فقط با وجود سد بخار مجاز است: مقاومت در مقابل پخش (ص ۱۱۱-۱۱۴) پوستهٔ داخلی $\leq$ ۱۰ متر؛ لایهٔ هوا در این جا فقط به خاطر تعادل فشار بخار است. مثل سقف گرم، چون به‌خوبی به‌عنوان تهویه عمل نمی‌کند، مگر آن که شیب آن حداقل ۱۰ درصد باشد. لایه متوالی ← (۶) و(۸). NB : پوسته داخلی باید هوابندی شده باشد، در صورتی که پانل‌های کام و زبانه شده اینگونه نیستند. عایق بندی (ص ۷۹). عایق بندی رطوبتی مانند سقف گرم (ص ۸۰). شیب $\leq$ ۱/۵ و ترجیحاً ۳ درصد، که برای زهکشی اهمیت دارد.

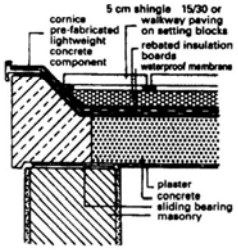
ورودی به ناودان در قسمت فاصله هوا باید عایق بندی شده از لوله‌های ناودان عایق‌دار استفاده نمود ← (۹). پس باید سد بخار قطع نشود (لبه‌های روی هم و اتصال به دیوار به شکل محکم به خصوص برای استخرهای شنا، میخ کوبیدن غیر قابل اجتناب و قابل اجرا باشد).

برای ساخت و سازهای سبک، تغییرات درجه حرارت داخل، با اضافه کردن یک لایهٔ ضخیم در زیر عایق قبلی بهتر انجام می‌شود (انبار حرارت). نوسان غیر قابل قبول درجه حرارت داخلی: تغییرات، تقریباً مشابه هوای خارج بوده و شرایط اقلیمی مشابه کلبه‌های ارتشی بدون گرمایش را ایجاد می‌کند که فقط با اضافه کردن عایق حرارتی قابل اصلاح نیست. برای جواب سریع، یک سیستم حرارتی یا یک حجم عایق حرارتی بیشتر نیاز است. برای تهویهٔ مصنوعی اطاق‌های زیر سقف‌های سرد، باید یک فشار منفی ایجاد نمود. در غیر این صورت، هوای اطاق وارد حفرهٔ داخل سقف خواهد شد.

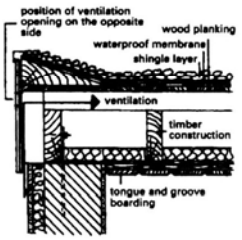


(۱) سقف بتنی عایق رطوبتی

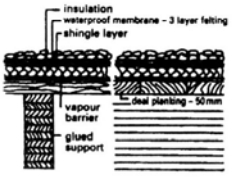
(۲) سقف مسطح با غشای عایق رطوبتی



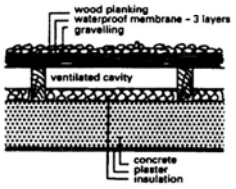
(۳) ساختار سقف مسطح



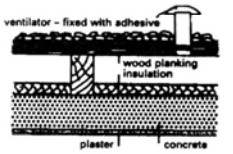
(٤) سقف سرد با سازهٔ چوبی



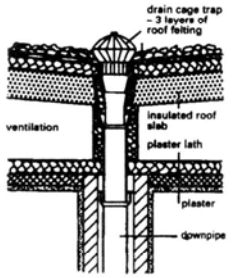
(٥) سقف گرم با تیرهای چوبی چند لایه و تخته کوبی روی آن



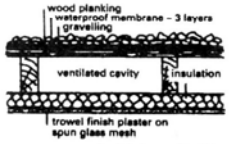
(٦) سقف سرد با سازهٔ سنگین



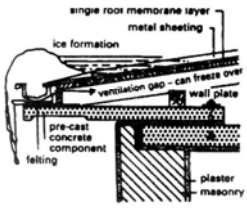
(۷) تهویهٔ اضافه در سقف سرد با سطح بزرگ و برای اتصال به اجزای یک سازه بلندتر



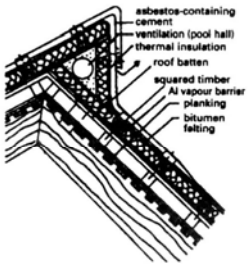
(۹) سقف سرد - سقف مسطح و لولهٔ ناودان عایق بندی شده در فاصله دو سقف



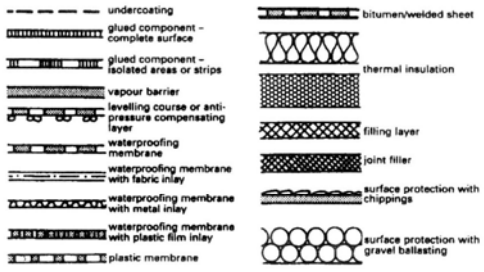
(۸) سقف سرد با سازهٔ سبک



(۱۰) لبهٔ جلو آمدهٔ سقف با اجزای پیش ساخته؛ اگر محل عبور هوا خیلی بزرگ باشد یک برآمدگی ایجاد شده و ممکن است که یخ بزند



(۱۱) تهویه در بالای سقف شیب دار سرد (استخر شنای سر پوشیده)



(۱۲) راهنمای نمایشی اجزای پوشش سقف

باغچه‌های روی سقف

تاریخچه

ایدهٔ باغچه‌های روی سقف و کشت روی آن، در زمان‌های قدیم، تا سال ۶۰۰ قبل از میلاد مسیح توسط مردم بابل به کار گرفته می‌شد. در برلین، در سال ۱۸۹۰، سقف‌های خانه‌های روستایی برای حفاظت ساختمان در برابر آتش، با لایه‌ای از خاک پوشانده می‌شد که در آن، گیاهان نیز رشد می‌کردند. لوکربوزیه اولین فرد در قرن حاضر بود که سقف سبز تقریباً فراموش شده را مجدداً به کار گرفت.

خصوصیات کشت روی سقف

۱ـ عایق بندی توسط لایهٔ هوای بین ساقه‌های چمن و از درون لایهٔ خاک و تودهٔ ریشه، حاوی فرآیندهای حیات میکروبی است (گرمای ناشی از فرآیند)

۲ـ عایق بندی در مقابل صدا و پتانسیل ذخیرهٔ گرما

۳ـ بهبود کیفیت هوا در نواحی با تراکم جمعیت

۴ـ بهبود آب و هوا

۵ـ بهبود سیستم زهکشی شهر و تعادل آب در خارج شهر

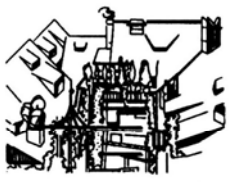
۶ـ اثرات مفید برای ساختمان‌ها: از تشعشات ماورای بنفش وتغییرات شدید درجه حرارت در اثر لایه‌های عایق بندی چمن و خاک جلوگیری می‌شود

۷ـ گرد و غبار را کاهش می‌دهد

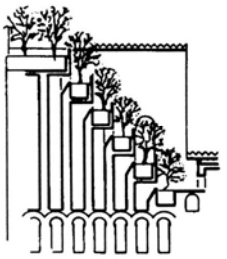
۸ـ بخشی از طراحی ساختمان به شمار می‌رود و کیفیت زندگی را بهبود می‌بخشد

۹ـ بازیابی نواحی سبز

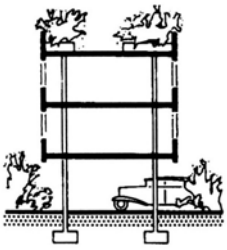
(۱) باغچهٔ سقفی (پشت بام) روی خانه‌های اجاره‌ای: برای ایجاد فرم‌های جدید معماری



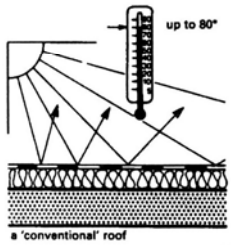
(۲) باغچهٔ پشت بام به شکل مجموعه‌ای از ظروف نگه دارندهٔ گیاهان روی بالکن‌ها و تراس‌ها



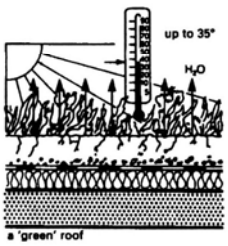
(۳) باغچه‌های آویخته مربوط به سمیرامیس در بابل (۶۰۰ قبل از میلاد مسیح)



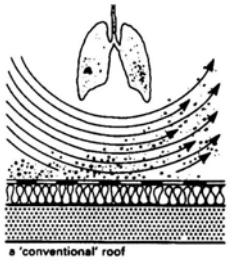
(٤) نواحی (از دست رفته) فضای سبز با کاشتن گیاهان روی سقف، بازیابی می‌شود



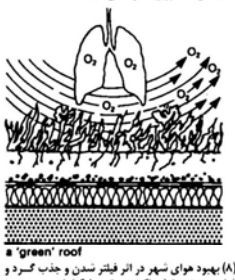
(٥) هوای خشک و بسیار گرم شهری



(٦) هوای خنک‌تر و مرطوب‌تر مربوط به تنفس گیاهان که انرژی مصرف می‌نماید

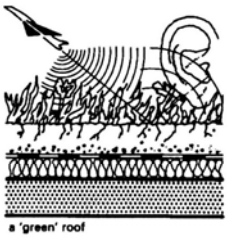


(۷) تولید گرد و غبار و گردش آن ← (۸)

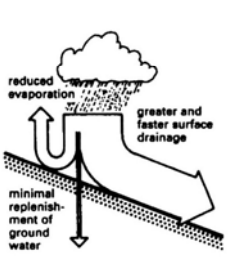


(۸) بهبود هوای شهر در اثر فیلتر شدن و جذب گرد و غبار، همچنین تولید اکسیژن توسط گیاهان

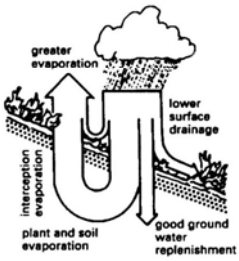
(۹) انعکاس صدا روی سطوح ← (۱۰)



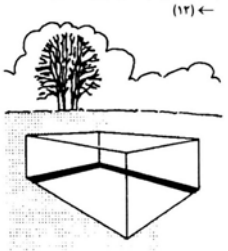
(۱۰) جذب صدا در اثر سطوح نرم حاوی گیاهان



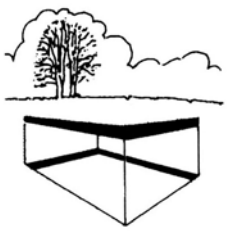
(۱۱) توزیع بارندگی ـ روی سطوح سخت ← (۱۲)



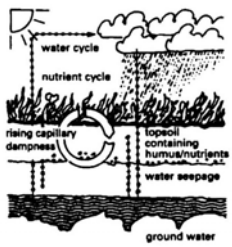
(۱۲) توزیع بارندگی ـ روی سطوح طبیعی



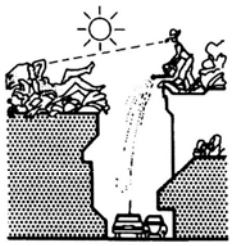
(۱۳) با ساخت هر خانه، بخشی از زمین طبیعی از دست می‌رود ← (۱٤)



(۱٤) بخش عمده‌ای از فضای از دست رفته را می‌توان با کشت روی پشت بام بازیابی نمود



(۱٥) چرخه طبیعی آب و مواد غذایی



(۱٦) مقدار ارزش فیزیولوژیکی ـ روانشناسی نواحی کشت شده (احساس خوشنودی تحت تاثیر منت نواحی سبز قرار می‌گیرد)

باغچه‌های روی سقف

شیب سقف

شیب سقف شیبدار دو طرفه نباید بیشتر از ۲۵° باشد. پشت بام‌های مسطح باید دارای حداقل شیب ۲ تا ۳ درصد باشد.

انواع کشت روی سقف

کشت زیاد: پشت بام به عنوان باغچهٔ خانگی طرح ریزی می‌شود، همراه با وسایلی مانند سایبان و ایوان‌های سر پوشیده. این نوع باغچه به توجه و رسیدگی همیشگی نیاز دارد؛ کاشت گیاهان ـ چمن، بوته‌ها و درختان.

کشت وسیع: گیاهان به لایه‌ای نازک از خاک، و به توجه و رسیدگی حداقل نیاز دارند. کاشت گیاهان، خزه‌ها، چمن، سبزی‌ها ، گیاهان بوته‌ای و درختچه‌ها مناسب است.

کشت متحرک: گیاهان درون گلدان‌های بزرگ و دیگر محفظه‌های نگه‌داری گیاهان، برای کشت در پشت بام‌های دارای تراس، نرده و بالکن به کار می‌روند.

آبیاری

آبیاری طبیعی یا آب باران: آب ، در لایهٔ زهکشی و لایهٔ گیاهان محبوس می‌شود.

آب جمع شده: آب باران در لایهٔ زهکشی محبوس می‌شود و در صورتی که کافی نباشد، به طور مکانیکی آب لازم را تامین می‌کند.

آبیاری قطره‌ای: لولهٔ آب در حالت چکیدن در لایهٔ گیاهان یا لایهٔ زهکشی قرار می‌گیرد تا این که گیاهان در زمان‌های خشک آبیاری شوند.

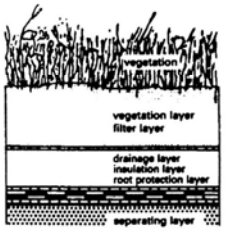
آبیاری توسط آب پاش: سیستم آب پاش، لایه گیاهان را آبیاری می‌کند.

کود

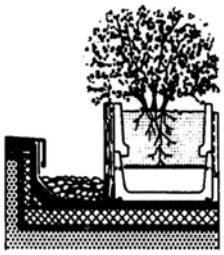
کود را می‌توان در لایهٔ گیاهان پخش کرد یا در آب مخلوط کرده هنگام آبیاری مصنوعی، مورد استفاده قرار داد.

(۱) کشت زیاد

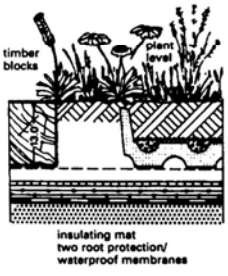
(۲) کشت وسیع



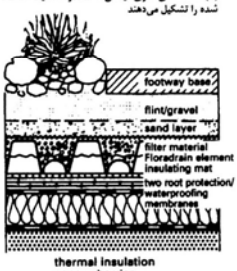
(۳) ساخت لایه‌های سقف کاشته شده



(٤) محفظه‌های حاوی گیاهان که محدودهٔ ناحیهٔ کشت شده را تشکیل می‌دهند



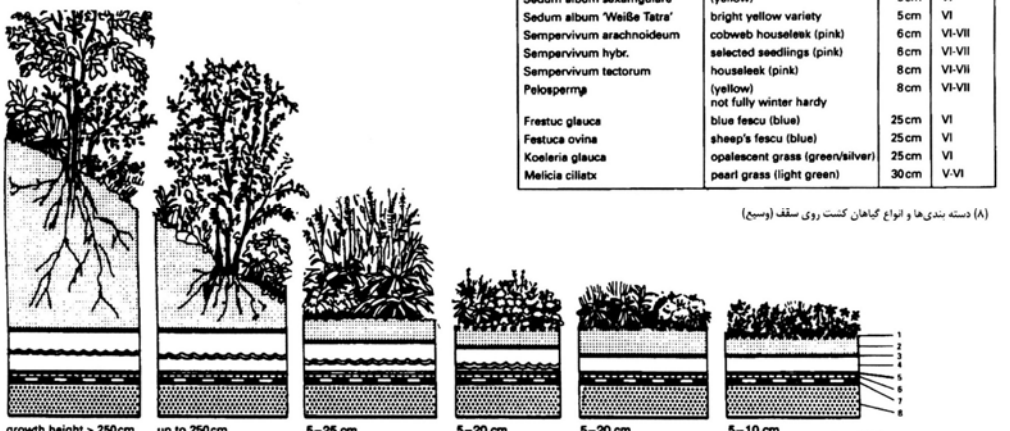
(٥) سیستم کشت روی سقف



(٦) سیستم کشت روی سقف

botanical name	English name (colour of the flower)	height	flowering season
Saxifraga aizoon	encrusted saxifrage (white-pink)	5cm	VI
Sedum acre	biting stonecrop (yellow)	8cm	VI–VII
Sedum album	white stonecrop (white)	8cm	VI-VII
Sedum album 'Coral Carpet'	white variety	5cm	VI
Sedum album 'Laconicum'	white variety	10cm	VI
Sedum album 'Micranthum'	white variety	5cm	VI-VII
Sedum album 'Murale'	white variety	8cm	VI-VII
Sedum album 'Cloroticum'	(light green)	5cm	VI-VII
Sedum hybr.	(yellow)	8cm	VI-VII
Sedum floriferum	(gold)	10cm	VIII-IX
Sedum albumreflexum 'Elegant'	rock stonecrop (yellow)	12cm	VI-VII
Sedum album sexamgulare	(yellow)	5cm	VI
Sedum album 'Weiße Tatra'	bright yellow variety	5cm	VI
Sempervivum arachnoideum	cobweb houseleek (pink)	6cm	VI-VII
Sempervivum hybr.	selected seedlings (pink)	8cm	VI-VII
Sempervivum tectorum	houseleek (pink)	8cm	VI-VII
Pelosperma	(yellow) not fully winter hardy	8cm	VI-VII
Frestuc glauca	blue fescu (blue)	25cm	VI
Festuca ovina	sheep's fescu (blue)	25cm	VI
Koeleria glauca	opalescent grass (green/silver)	25cm	VI
Melicia ciliatx	pearl grass (light green)	30cm	V-VI

(۸) دسته بندی‌ها و انواع گیاهان کشت روی سقف (وسیع)

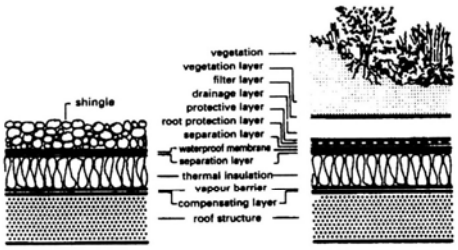


(۷) انواع کشت روی سقف

باغچه‌های روی سقف

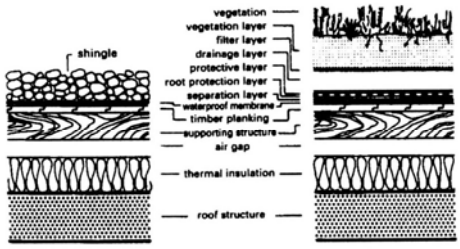
ساختمان سقف

در لایهٔ حاوی گیاهان، از خاک رس و سنگ‌لوح منبسط استفاده می‌شود و این مواد، پایداری سازه‌ای ، هوادهی خاک ، امکان ذخیرهٔ آب و کمک به طراحی منظره را فراهم می‌آورند. مشکلاتی که باید رفع شود، عبارتنداز: ذخیرهٔ مواد غذایی، واکنش خاک (مقدار PH)، هواکشی کامل، ذخیره آب. لایهٔ فیلتر و مصالح در بر گیرندهٔ فیلتر از گرفتگی لایهٔ زهکشی جلوگیری می‌کند. لایهٔ زهکشی از آب دادن بیش از حد گیاهان جلوگیری می‌نماید و شامل این مواد است: شبکه‌هایی از جنس الیاف، مسیرهای زهکشی از جنس فوم، پانل‌های پلاستیکی و مصالح حفاظتی سازه‌ای. لایهٔ محافظ، در هنگام عملیات ساختمانی و همچنین در برابر بارگذاری نقطه‌ای، حفاظت ایجاد می‌کند. لایه محافظت ریشه‌های گیاهان و غیره توسط ورقه‌های EPDM , PVC /ECB تأمین می‌گردد. لایهٔ جدا کننده، سازهٔ باربر را از گیاهان روی سقف جدا می‌نماید. مثال‌ها در ← (۱) –(۸) محدوده‌ای از سازه‌های مسطح متداول را به همراه انواع کشت روی سقف نشان می‌دهد. قبل از اجرای کشت روی سقف باید از سلامتی سقف و تک تک لایه‌ها اطمینان حاصل کرد. وضعیت تکنیکی سطح سقف نیز باید کنترل شود. بنابراین باید به موارد زیر توجه خاص نمود: ساختمان (وضعیت) لایه‌ها، شیب صحیح سقف، عدم ناصافی، عدم خمیدگی، عدم وجود اشکالات غشای آب بندی (حباب‌ها یا ترک خوردگی)، اتصالات و درزهای انبساط، اتصالات کناری، عناصر درونی (کانال‌های نور، چراغ‌های پشت بام و لوله‌های تهویه) و زهکشی. روی سقف‌های شیبدار دو طرفه نیز می‌توان کشت انجام داد، اما باید عملیات ساختمانی زیادی انجام گیرد (خطر لیز خوردن و خشک شدن خاک) ← (۹)–(۱۲).



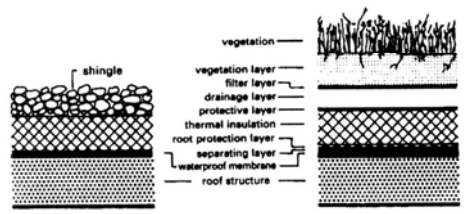
(۱) سقف گرم

(۲) سقف گرم با کشت گیاهان



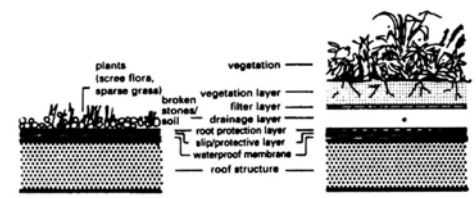
(۳) سقف سرد

(٤) سقف سرد با کشت گیاهان



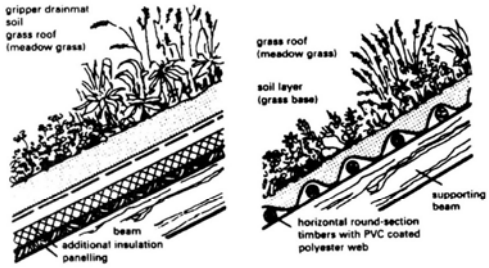
(٥) سقف معکوس شده

(٦) سقف معکوس شده با کشت گیاهان



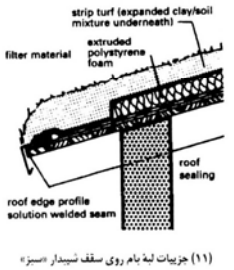
(۷) کشت گیاهان روی سقف قدیمی با هزینه کم

(۸) کشت گیاهان روی سقف قدیمی با هزینه کم (در صورتی که از نظر ساختمانی و سازه‌ای ممکن باشد)

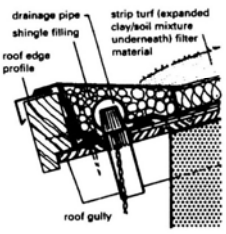


(۹) کشت گیاهان روی سقف شیبدار

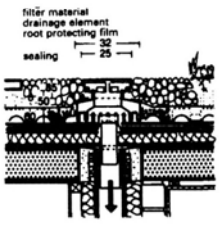
(۱۰) کشت گیاهان روی سقف شیبدار با شیب زیاد



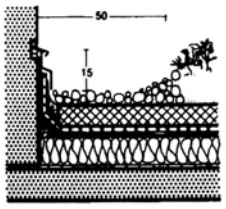
(۱۱) جزییات لبهٔ بام روی سقف شیبدار «سبز»



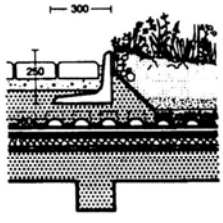
(۱۲) جزییات لبهٔ بام



(۱۳) کانال بازدید زهکشی



(١٤) اتصال پوار با نوار لبهٔ شینگل



(١٥) تبدیل از سطح خیابان کشی به کشت زیاد گیاهان

(١٦) تبدیل از راه خاکی باریک به کشت گیاهان زیاد یا وسیع

کشت روی بام

اقتباس از راهنمای انجمن «باغچه‌های روی بام»

تعاریف:

۱ـ کشت روی بام به شکل گسترده، نوعی پوشش محافظ را تداعی می‌کند که به نگه‌داری خاصی احتیاج داشته و جایگزین پوشش شنی عادی است.

۲ـ در مقیاسی بزرگ‌تر، سطح کاشته شده خود محافظت و نگـه‌داری می‌شود، به عبارت دیگر ، نگه‌داری از سقف، به حداقل کاهش می‌یابد.

هدف:

این راهنما، برای مناطقی با گیاهان بی‌نیاز به ارتباط طبیعی بـا زمیـن، بـه ویـژه در سقف‌های ساختمان‌ها و سقف گاراژهای زیر زمینی و یا سازه‌های مشابه به کار می‌رود.

اصول طراحی سازه‌ای و اجرایی

۱ـ در کشاورزیِ سقفی گسترده، منطقه کشت شده به عنوان یک پوشـش محـافظ عمل می‌کند. به توصیه‌های مربوط به سقف‌های مسطح مراجعه کنید.

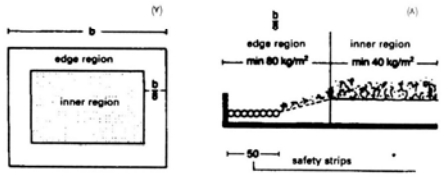
۲ـ سازه سقف و ساختمان: سازه و قواعد سازه‌ای مربوط بـه سـاختمان‌ها و سـقف آن‌ها، باید به دقت در ارتباط با نیازهای تکنیکی مشخص شـده بـرای کشـت گیاهـان و عناصر مرتبط با آن‌ها باشند.

۳ـ بارگذاری سطحی مورد نیاز برای حفظ غشای عایق رطوبتی، بـاید حداقـل وزن را در واحد سطح (در لایه‌های اجرایی) طبق جدول زیر کـه از توصیـه‌های انجمـن بـاغ سقفی برای کاشت گیاهان روی بام است، دارا باشد.

ارتفاع لبه بام از سطح زمین (m)	بارگذاری ناحیه لبه (Kg/m^2)	۴ـ نواحی داخلی (m^2)
حداقل تا ۸	۸۰	۴۰
حداقل ۲۰-۸	۱۳۰	۶۵
حداقل بیش از ۲۰	۱۶۰	۶۰

۵ـ انواع سازهٔ به کار رفته در سقف و درجه بارگذاری سـطحی بـه بـار بـاد، ارتفـاع ساختمان و مساحت سقف بستگی دارد.

۶ـ بارگذاری مکشی زیاد در اطراف لبه‌ها و در گوشه سقف‌ها در عـرض $1m \leq \frac{b}{8} \leq 2m$ اتفاق می‌افتد.



۹ـ سقف‌های کشت شده را باید به نوعی طراحی کرد که به روشی ساده نگـه‌داری شوند؛ به عبارت دیگر، نواحی که به توجه عمومی عادی احتیاج دارند (مثل ورودی‌هـای زهکشی سقفی، سازه‌هایی که از ناحیه کشت شده بیرون زده‌اند، درز انبساط‌ها و مفـاصل دیوارها) باید به آسانی در دسترس باشند.

۱۰ـ در این نواحی، لایهٔ محافظ باید شامل مواد غیر ارگانیک مثل غشاهای با مـواد شیمیایی یا سنگ‌های نرم باشد.

۱۱ـ این نواحی باید با ورودی‌های زهکشی سقفی به هم مرتبط باشـند تـا بتواننـد آب‌های سطحی اضافی در مناطق کشت شده را زهکشی کنند.

۱۲ـ نواحی سطحی بزرگ باید به نواحی مجزای زهکشی شده تقسیم شوند.

احتیاجات ، عملکردها، احتیاطات اجرایی

۱ـ غشای عایق رطوبتی باید، مطابق با مشخصه‌های توصیه شده برای سـقف‌های مسطح باشد.

۲ـ گسترش ناحیه کشت شده، نباید به تخریب عملکرد عایق رطوبتی بیانجامد.

۳ـ امکان جداسازی لایه‌های عایق رطوبتی از لایه‌های کشت نشـده بـاید فراهـم باشد؛ به عبارت دیگر، بازرسی عایق رطوبتی در سقف باید ممکن باشد.

۴ـ لایه محافظ ریشه، برای لایه‌های ضد آب سقفی باید محافظت دایمـی فراهـم کند.

۵ـ غشای عایق رطوبتی پلیمری ، به‌خاطر ترکیب شیمیایی و فیزیکی آن هـا، بـاید بتوانند که نیازهای لایه محافظ سقف را برطرف سازند.

۶ـ اگر در سقف یک غشای عایق رطوبتی تیری بـه کـار رود، بـاید از لایـه قـیری سازگار با حفاظت ریشه‌ها نیز روی آن استفاده کرد.

۷ـ لایه محافظ ریشه باید از تخریب مکانیکی به وسـیله پوشـش‌ها حفـظ شـده از لایهٔ فیبری ضد فساد نیز کمک گرفت زیرا این لایه‌ها مواد مغذی و آب اضـافی را درون خود نگه‌می‌دارند.

۸ـ لایهٔ گیاهان باید دارای پایداری سازه‌ای باشد و توانـایی تکیـه گـاهی خـوب و مقاومت در برابر فساد را نشان دهد.

۹ـ مقدار PH نباید در نواحی اسیدی از ۶ تجاوز کند.

۱۰ـ ساختار لایه‌ها، توانایی قبول بارش روزانه حداقل ۳۰ میلیمتر بـر مـتر مربـع را داشته باشند.

۱۱ـ حداقل ۲۰٪ حجم هوا در ساختار لایه ها در حالت اشباع شده با آب باید وجود داشته باشد.

نگه‌داری در سطوح کشت شده

۱ـ گیاهان وحشی و چمن‌ها در ناحیه چمنزاری خشک،گیاهان اسـتپی و گونـه‌های درز سنگی، باید در نواحی کشت شده مورد استفاده قرار گیرند. گیاهان به کـار رفتـه نـیز باید گیاهان دایمی باشند.

۲ـ گیاهان به کار رفته، باید گیاهان جوان باشند و به صورت دانه یا با قلمـه توزیـع شده کشت شوند.

۳ـ نگه‌داری: حداقل یک مرحله در سال، ورودی‌های سقف به نوارهـای محـافظ ، ارتباطات سقفی و خروجی‌ها باید بازرسی و در صورت لزوم پاکیزه شوند.

۴ـ گیاهان، خزه‌ها و گل سنگ‌ها که خود رشد می‌کنند ، نباید به عنوان علف هـرز در نظر گرفته شوند.

۵ـ تمام علف‌های هرز ناخواسته باید کنده شوند.

۶ـ گیاهان چوبی، به ویژه درخت‌های بید، فـان، تـبریزی، افـرا و غـیره بـه عنـوان گیاهان نامطلوب در نظر گرفته می‌شوند.

۷ـ علف زنی مداوم و بارور سازی، باید همواره صورت پذیرد.

۸ـ تغییر در سطح کاشته شده ممکن است به علت اثـرات زیسـت محیطـی اتفـاق بیفتد.

جلوگیری از آتش سوزی

۱ـ تمام توصیه‌ها در مقابل آتش‌سوزی باید مد نظر قرار گیرد.

۲ـ اگر سازه در برابر آتش مقـاوم در نظـر گرفتـه شـده باشـد، بـه تمـام نیازهـای جلوگیری از آتش‌سوزی پاسخ داده شده است(مواد ومصالح گروه B1).

مشخصه‌های کشت روی بام رضایت بخش

یک ناحیه کشت شده گسترده، شامل گیاهان رشد کرده، کاشته شده‌ها، انواع قلمـه و گیاهان از قبل کاشته شده (محفظه‌های گیاهـان، شـبکه‌ها و پانل‌هـا) می‌باشـد. لایـهٔ گیاهی، پایداری گیاهان را با دربرداشتن آب و مواد غذایی و اجـازه بـرای تبـادل مـاده و گاز، و نگه‌داری آب فراهم می‌کند. لایه گیاهی با داشتن حجم و منافذ زیاد امکان خـارج شدن گازها و نگه‌داری آب را فراهم می‌نماید. لایه صافی از خروج مـواد غذایـی و ذرات ریز لایهٔ گیاهی و ایجاد لجن در لایهٔ زهکشی جلوگیری نموده، زهکشی به موقـع آب را نیز تضمین می‌نماید. لایهٔ عایق رطوبتی، زهکشی خارج شدن آرام و مطمئن آب اضافـه، هواگیری لایهٔ گیاهی، ذخیره و در صورت لزوم، تهیهٔ آب را فراهـم مـی نمـاید. محـافظ ریشه عایق رطوبتی، سقف را از ارتباط مکانیکی و شـیمیایی بـا ریشـهٔ گیاهـان (کـه در جستجوی آب و مواد غذایی می‌توانند تخریب کننـده باشـند)، محـافظت می‌کنـد. سـازهٔ سقف، هم در سطح و هم در ارتباط با دیگر عناصر بـاید بـرای مـدت طولانـی ضـد آب باشد. از شکل‌گیری میعان آب در سطح سقف باید به‌صورت موثـر و دائمـی جلـوگیری شود.

سازه‌های کششی و سازه‌های بر افراشته با باد

ساخت سایبان‌هاو سقف‌های کششی، بسیار متداول شده است. این ساختارها از سایه بان‌های ساده و سقف‌ها، تا سازه کششی خیلی پیچیده و تکنیکی در انواع مختلف وجود دارند.

مواد: ماده فیبری مصنوعی (پلی استر) به عنوان مادهٔ پایه استفاده می‌شود، که مقاومت خوردگی و لایه‌های محافظ PVC را در هر دو قسمت دارد.

مشخصات: مقاومت بالا (که توان مقاومت در برابر بار برف و باد را دارد)، فاسد نشدنی، مقاوم در برابر مواد مهاجم دفع کنندهٔ آب و گرد و غبار، مقاوم در برابر آتش سوزی.

قابلیت نفوذ روشنایی: از غیر قابل نفوذ تا ۵۰٪ قابلیت نفوذ.

عمر مفید: ۱۵ تا ۲۰ سال؛ تمام سایبان‌های رنگی متداول : استواری رنگ خوب.

کارآیی: به کار رفته در رول‌ها با عرض ۱ تا ۳ متر (معمولا ۱/۵ متر) به طول تا ۲۰۰ متر؛ برش برای شکل دادن مناسب سازه که می‌تواند به وسیله پرچ و بخیه، جوش، با مواد چسبنده و یا ترکیباتی از آن‌ها و یا با گیره‌های اتصال به هم متصل شوند (سیستم‌های استاندارد قابل اضافه شدن) ← (۱).

واحدهای استاندارد، به سازه اجازه گسترش نامحدود را اغلب در تمام جهات می‌دهند. آن‌ها اغلب پلان‌های مختلف مربع، مستطیل، مثلث، دایره، چند وجهی را پوشش خواهند داد.

کاربرد: راه‌های عبوری برای اتصال دو مکان، پاویون‌های محل استراحت، سایه‌بان‌ها و غیره.

سازه‌های قابدار

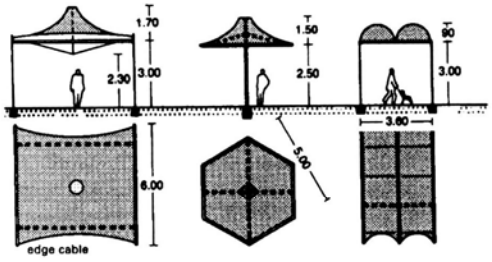
یک قاب محافظ، از چوب، فلز یا آلومینیوم ساخته می‌شودکه از طریق آن، پوسته به عنوان پوشش محافظ نصب می‌گردد. کاربرد: سالن‌های نمایشگاهی، انبارها، مکان‌های صنعتی.

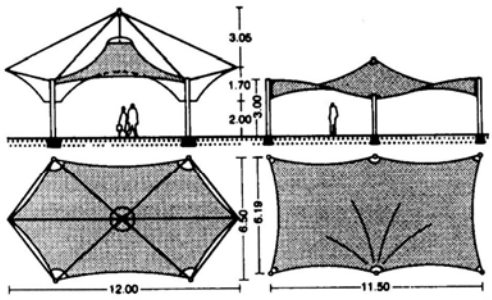
سازه‌های بادی ← (٤)

سازهٔ غشایی به وسیلهٔ هوای فشرده در فشار پایین نگه‌داری می‌شود و درهای با قفل هوا، از خروج سریع هوای محافظ جلوگیری می‌نماید. این سیستم، می‌تواند با عایق بندی گرمایی و اضافی که به‌وسیلهٔ یک پوسته داخلی فراهم شده (تشک هوا) ترکیب شود. عرض، حداکثر ۴۵ متر و طول آن نامحدود است. کاربرد: نمایشگاه‌ها، انبارها، سالن‌های ورزشی، همچنین به عنوان سقف روی استخرهای شنا و کارگاه‌های ساختمانی در زمستان.

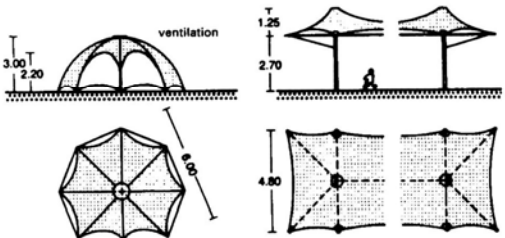
سازه‌های کششی ← (٥)

پوسته در نقاط منتخب، به وسیلهٔ کابل‌ها و دکل‌ها نگه‌داشته و به سوی لبه‌ها کشیده می‌شود. برای افزایش عایق‌بندی دمایی، سازه می‌تواند با پوسته اضافی ترکیب شود. کاربرد: نمایشگاه‌ها، سالن‌های ورزشی و صنعتی، سالن‌های کنفرانس، سقف‌های بزرگ.



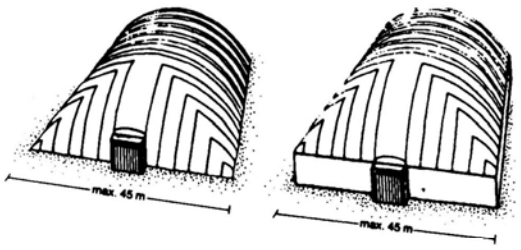


(۱) سیستم‌های استاندارد قابل اضافه شدن

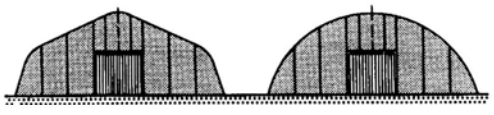


(۲) سازهٔ گنبدی

(۳) سایه‌بان‌ها

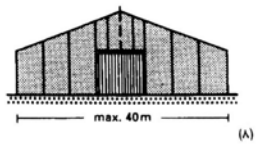


(٤) سازه‌های نگه‌داری شده با هوا، سقف‌های بادی



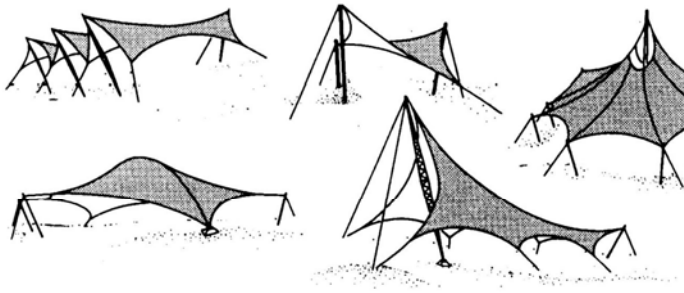
(٦) سازهٔ قابدار، سالن‌های موقت

(۷)



(۸)

(٦)-(۸) ساختمان‌های موقت با سازه‌های تکیه‌گاهی از چوب، فولاد یا آلومینیوم: حداکثر دهانه ≈ ٤٠ : پیش ساخته برای سرهم کردن سریع و قیمت ارزان



(٥) سازه‌های کششی، ساختار ویژه بافته شده

سازه‌های توری کابلی

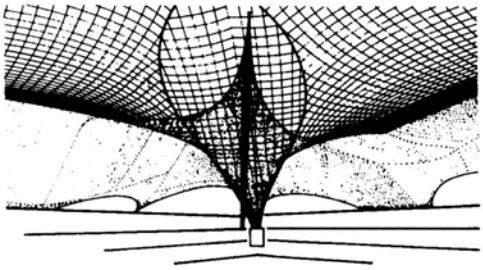
سازه‌های توری کابلی، امکان پوشش دهانه‌های بزرگ بدون پایه را بانصب بسیار آسان فراهم می‌کنند. سالن آلمان در نمایشگاه جهانی ۱۹۷۶ در مونترال بدینگونه ساخته شده بود ← (۱)+(۲)، استادیوم المپیک مونیخ در ۱۹۷۲ ← (۳)-(۸) ، سالن یخ در پارک المپیک مونیخ ← (۱۰)-(۱۳)، نیز به همین ترتیب ساخته شده‌اند. به عنوان مثالی جالب توجه، می‌توان به طراحی کلوب دانش‌آموزان برای دانشگاه و کالج تکنولوژی در دورتموند ← (۹) اشاره نمود.

به عنوان یک قاعده، عناصر سازه و اجرایی دکل‌های فلزی، شبکه کابل‌های فلزی، شبکه‌های فلزی یا چوبی و پوشش سقفی از شیشه اکریلیک و یا صفحات شفاف مسلح شده با پلاستیک می‌باشند.

کابل‌ها، به لبه‌های شبکهٔ فلزی، گوشه‌ها و غیره بسته شده و به شکل اُریب به‌طرف بالا رفته و به پایه‌های فولادی با پیچ متصل و سپس در پایین مهار شده‌اند.

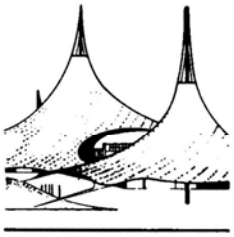
تکیه‌گاه‌های هوایی، عناصر تکیه گاهی کابل‌ها که در زیر قرار گرفته‌اند و بار نگه‌دارنده اصلی کابل را تقسیم می‌کند و مقطع آن را کاهش می‌دهد.

انتقال بار از کابل‌های کششی، معمولا از طریق عناصر ریخته‌گری شده، با اتصالات پیچی،جاسازی، اتصالات کابلی و غیره صورت می‌گیرد. اتصالات کابلی می‌توانند به وسیلهٔ مهرهٔ قفل شوندهٔ خودکار و یا با استفاده از گیره‌های فشار، محافظت شوند.

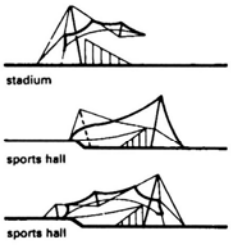


Architects: R. Gutbrod, F. Otto

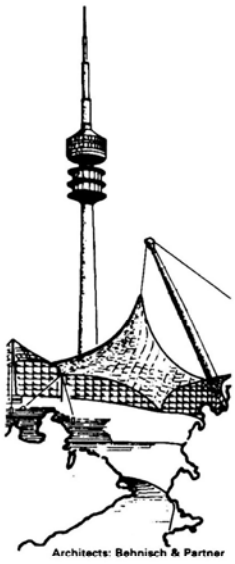
(۱) پاویلون آلمان، نمایشگاه ۱۹۶۷ مونترال



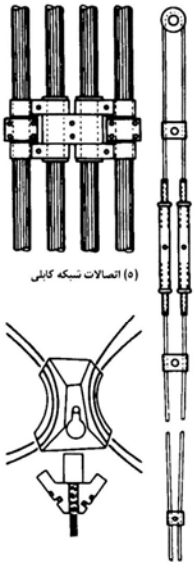
(۲) مونترال ۱۹۶۷ مونترال



(۳) پارک المپیک ، مونیخ ۱۹۷۲

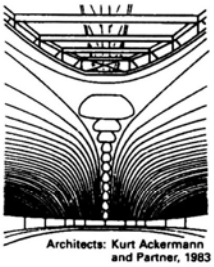


(٤) استادیوم المپیک مونیخ ۱۹۷۲

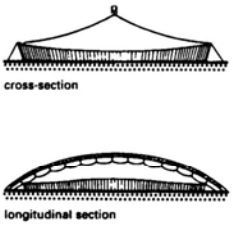


(۵) اتصالات شبکه کابلی

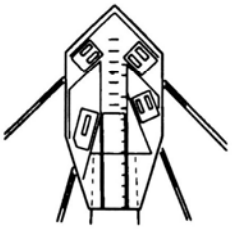
(۸) زین اسبی اتصال کابل
در نقطه معلق بالا



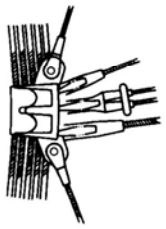
(۱۰) سالن یخ، پارک المپیک مونیخ



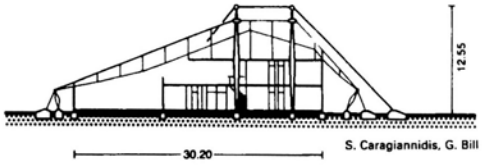
(۱۱) سایه‌بان‌ها ← (۱۵)



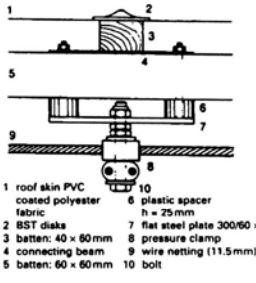
(٦) انتقال بارها از کابل‌ها به مقطع
تیرها روی سر دکل



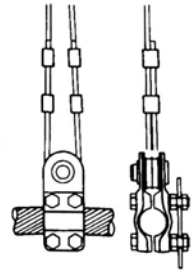
(۷) تکیه گاه نقطه اتصال کابل به
کابل‌های کناری



(۹) طراحی دانش اموزی



(۱۲) گیره کابل، نشان دهندهٔ سازهٔ سقف



(۱۳) شبکه کابل‌ها، گیرهٔ کابلی

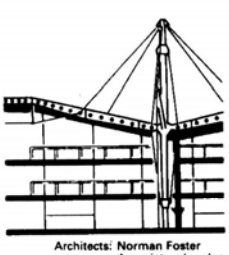
سازه‌های معلق و کششی

سازه‌های معلق یا با تکیه‌گاه‌های باربر، برای کاهش مقطع اجزای سازه‌ای امکاناتی را فراهم می‌کنند؛ بنابراین طراح قادر است که طرح‌هایی زیبا و درخشان ایجاد نماید. به عنوان یک قانون، این امر فقط در سازه‌های با اسکلت چوبی یا فولادی امکان پذیر است. کابل‌های کششی، از فولاد هستند و معمولاً پس از تکمیل سازه، مورد بارگذاری کششی قرار می‌گیرند. این کابل‌ها فقط نیروی کششی را تحمل می‌کشد.

هدف از سازه‌های معلق، کاهش دهانه برای تیرهای تکیه گاهی و یا حذف سازه‌های طره‌ای است. سازه‌های کششی بگونه‌های مشابه دهانه تیر را کاهش داده و از این‌رو، مدول مقطع را که باید برای محاسبه مقطع آن ها در نظر گرفت نیز کاهش می‌دهد ← (۱۲). در حالت مشابه با سازه‌های شبکه کابلی، به تکیه گاه‌های سبک نیز برای سازه‌های خرپایی نیاز است. این تکیه گاه‌ها باید تنش‌های کششی (فشاری) را تحمل کنند.

سهم مهم در معماری سازه معلق، به Normanforstr (۵) ← Gunter Behnisch ، chard Rogers ۱-۴ ← و (۶) + (۷) ، Michap hopkins ← (۸) + (۹) متعلق است. ساختمان رنو در swindon به وسیله نورمن فاستر، شامل سقف‌های فولادی قوسی بود که از محیط بیرونی به وسیله دکل‌های فولادی پیش تنیده تو خالی از نقطه‌ای در یک چهارم بالای سقف مثلثی شکل معلق شده بودند ← (۱) ـ (۴) این طرح، گسترش زیر بنا را تا ۶۷٪ امکان پذیر نمود. سازه‌های معلق، نقاط ارتباطی با یکدیگر را بگونه‌ای تعریف می‌کنند که اجرای سازه بدون دخالت در کارهای دیگر می‌تواند انجام شود.

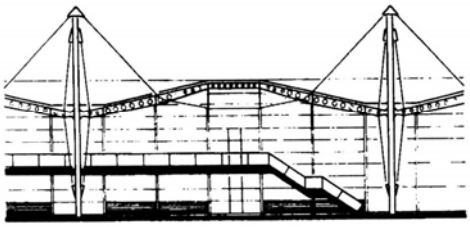
کارخانه Fleetguard در Quimper، برای ساخت اتومبیل در آمریکا، باید برای نیازهای متغیر و کارکردهای متفاوت طراحی می‌شد. به همین دلیل، ریچارد راجرز از سازه‌های معلق استفاده کرد تا داخل سازه بدون هیچ تکیه گاهی، آزاد باقی بماند، ← (۶) + (۷) ایده‌های طراحی مشابه، پایه‌های سالن‌های ورزشی از گونتر بهنیچ ← ۵، مرکز تحقیقات schmberger در کمبریج توسط مایکل هاپکین ← (۸) + (۹) را شکل داده است. یک ساختمان اداری فرودگاه (طرح پیشنهادی برای Paderborn/Lippstadt) ← (۱۰) و یک سالن کنسرت (طرح پیشنهادی برای نمایشگاهDortmund) نیز می‌توانند با این طرح ساخته شوند.



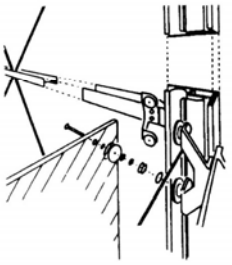
Architects: Norman Foster Associates, London

(۱) مرکز فروش رنو، سوئیندون

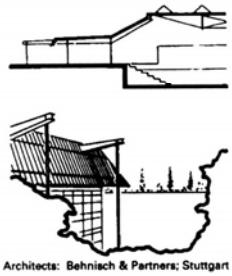
(۲) نمای داخلی محل نمایش



(۳) نمای خارجی گالری نمایش

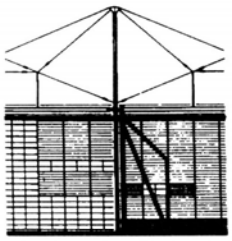


(٤) جزییات سیستم شیشه سطحی در lorch



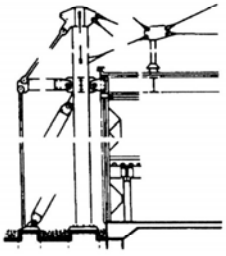
Architects: Behnisch & Partners; Stuttgart

(۵) سالن ورزش در schafersfeld

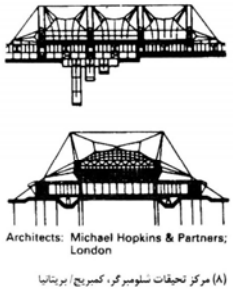


Architects: Richard Rogers & Partners, London

(٦) کارخانه فلیتگارد، کومبر، فرانسه

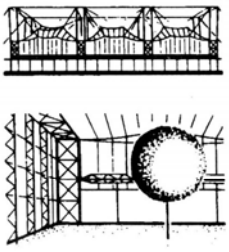


(۷) مقطع نما

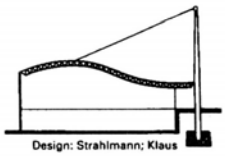


Architects: Michael Hopkins & Partners; London

(۸) مرکز تحیقات شلومبرگر، کمبریج/ بریتانیا

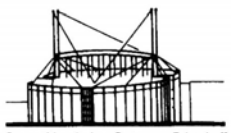


(۹) باغ زمستانی، منظرهٔ داخلی



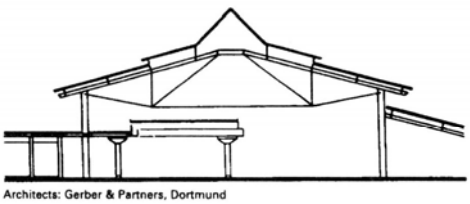
Design: Strahlmann; Klaus

(۱۰) سالن فرودگاه، Lippstadt/Paderborn



Competitive design: Portmann; Echterhoff; Hugo; Panzer

(۱۱) سالن کنسرت، پارک نمایش دورتموند



Architects: Gerber & Partners, Dortmund

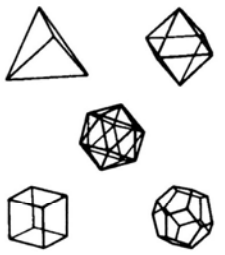
(۱۲) ایستگاه زیر زمینی ، stodtgarten ، دورتموند

سازه‌های فضایی: اصول

سازه‌های فضایی به طور ایده آل باید از شکل‌های با وجوه مساوی و یا مثلث‌هایی بـا زاویـهٔ قائمه ساخته شوند که در نتیجه، یک چند وجهی منتظم تشکیل می‌دهند. در شبکه‌های نـامحدود مسطح، سه سازهٔ هندسی دقیق وجود دارد؛ در سازه‌های محدود کروی، پنج شبکه قاعده‌مند چنـد وجهی وجود دارد که شامل یک نوع از اتصال، عضو و بنابراین سطح می‌شود. شبکه‌های مسـطح، قاعده مثلث، مربع و شش‌گوش دارند.

در پنج شکل افلاطونی استفاده شده، فرمول سازهٔ فضایی، سازه‌ها فضـایی مفصـل – عضـو سه بعدی که اعضای آن یک شبکه مثلثی بسته را تشـکیل می‌دهـد کـه از نظـر جنبشـی پـایدار هستند، به عبارت دیگر چهار وجهی، هشت وجهی، بیست وجهی. یک مکعب به ۶ عضو اضافی و یک دوازده وجهی به ۲۴ عضو اضافی احتیاج دارد تا پایدار بماند. اگر یک کره با شـبکهٔ مثلثـی در کل سطح بسته نباشد، باید از حرکت چند ضلعی پایه با روش‌های مناسب جلوگیری به عمل آید.

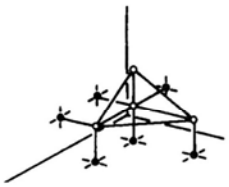
طول اعضای یک بدنه برای قاب فضایی در سری هندسی، با ضریب ۲ شکل می‌گیرد . یک مفصل با حداکثر ۱۸ اتصال در زاویه‌های ۴۵°، ۶۰°، ۹۰° برای ساخت یک قاب قـاعده‌مند کافی هستند. مثل سازه‌های مسطح، باید پذیرفت که اعضا به مفصل‌هـای انعطـاف‌پذیـر متصـل شوند.



tetrahedron (4 faces)
cube (6 faces)
octahedron (8 faces)
dodecahedron (12 faces)
icosahedron (20 faces)

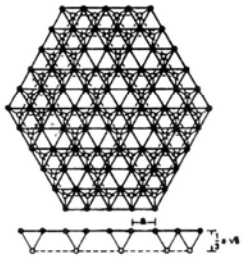
→ spherical network

(۱) پنج شکل افلاطونی

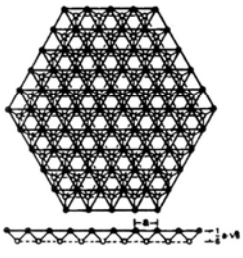


each joint in the three-dimensional space must be fixed by three members to make the three-dimensional frame rigid so, to achieve kinematic stability:
no. of members =
3 × number of joints – (1 + 2 + 3)

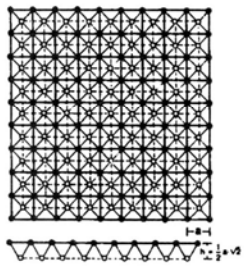
(۲) فرمول قاب Foppl



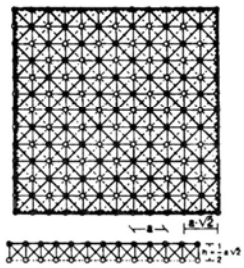
(۳) شبکهٔ سازهٔ فضایی هشت وجهی و چهار وجهی با برش‌های قانونمند مقطـع بـابین



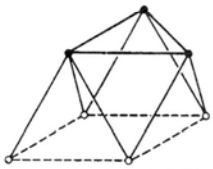
(٤) شبکهٔ سازهٔ فضایی هشت وجهی و چهار وجهی در شکل فشرده شده



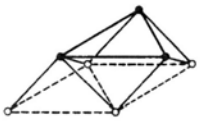
(٥) شبکهٔ سازهٔ فضایی از شبه هشت وجهی و چهار وجهی موازی با لبه‌ها



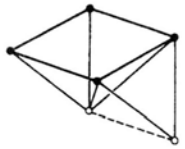
(٦) شبکه سازه فضایی از شبه هشت وجهی و چـهار وجهی در وضعیت جرخشی ← (٤٥)



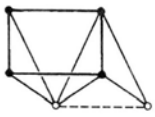
(۷) بلوک‌های ساختمانی چهار و هشت وجهی



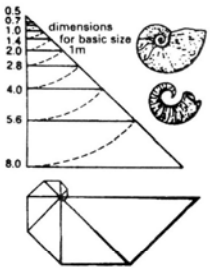
(۸) بلوک‌های ساختمانی فضایی: هشت وجهی و چهار وجهی (مکعب‌های بزرگ گوشه در شکل فشرده شده)



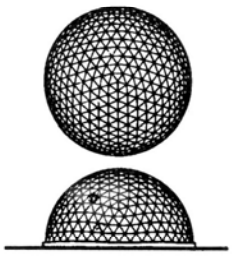
(۹) بلوک‌های ساختمانی فضایی: نیمه هشت وجهی و نیمه چهار وجهی



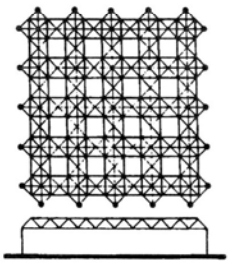
(۱۰) بلوک‌های ساختمانی فضایی: فـضایی: نیمه هـشت وجـهی و چهار وجهی



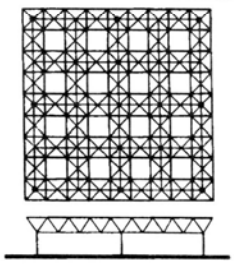
(۱۱) سری هندسی برای طول اعضا با ضریب $\sqrt{2}$ و طرح طبیعی از سری هندسی: پوسته Ammonites



(۱۲) سیمای گنبد خاص در سازهٔ بیست وجهی



(۱۳) سازهٔ فضایی



(۱٤) سازهٔ فضایی

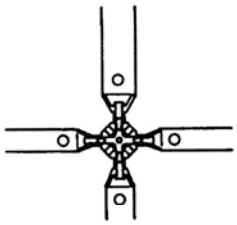
سازه‌های فضایی: کاربردها

سازهٔ فضایی MERO که به وسیله Mengerinhausen به وجود آمد، شامل مفصل‌های اعضا بود ← (۱) ـ (۳) قاعدهٔ اساسی چنین است که مفاصل و اعضا از نوع سیستم‌های قابی انتخاب می‌شوند تا برای تحمل بارها مناسب باشند. در عناصر سازه‌ای MERO، اتصال عضو مفصل به عنوان یک مفصل پرچی ایده آل عمل نمی‌کند، اما می‌تواند گشتاورهای پیچشی اضافه برای نیروهای عادی در اعضا را انتقال دهد ← (۴)-(۷). این شکل سه بعدی انتخاب از شبکهٔ پایهٔ واحد را مجاز می‌داند، بنابراین $\sqrt{2}$ یا $\sqrt{3}$ برابر طول اعضا را فراهم کرده تا سازه را برای ایجاد سطح لازم برای بار محتمل گسترش دهد ← (۱۲)-(۱۴). انعطاف پذیری نا محدود بدین صورت بیان می‌شود که سازهٔ فضایی دارای انحنا را ممکن می‌سازد. Globe Arena در Stockholm ← ۱۳، در حال حاضر، بزرگ‌ترین ساختمان نیم کرهٔ دنیا است. روش‌های سرهم کردن قطعات شامل پیش تولید قطعات، نصب مقاطع با روش بلند کردن سطح است. برای جلوگیری از زنگ زدگی باید تمام قطعات گالوانیزه گرم شوند. به دلیل وجود یک سطح بالای استاتیک در قاب‌های فضایی، شکست یکی از اعضا در اثر آتش سوزی، به ریزش سازه منجر نخواهد شد. از مفاصل کروی با ۱۸نقطه اتصال قطعات لوله‌ای شروع شده، با تنوعی گسترده از سیستم‌های مفصلی، بین گره‌ها و اعضا گسترش می‌یابد که به عنوان راه حل بهینه، تحمل بار و نیاز به ایجاد دهنه‌های بزرگ به کار می‌رود. ← (۸)-(۱۱).

مفصل استاندارد با ۱۸ سطح، زوایای ارتباطی ۴۵°، ۶۰° ۹۰° و ترکیبات آن ها را مجاز می‌داند. فقط یک وسیله مفصلی استاندارد در کل جرم وجود دارد.

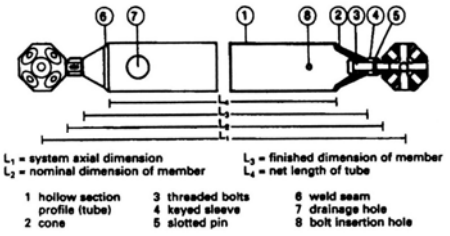
مفصل معمولی با ۱۰ سطح، فقط سوراخ‌های کافی برای قاب‌های سطحی، ادامه دار و بسته را داراست.

از سوی دیگر، نوع مفصل ویژه بر مبنای نیاز، هم با توجه به ابعاد ارتباطات و هم با زاویهٔ بین دو سوراخ می تواند آزادانه شکل بگیرد.

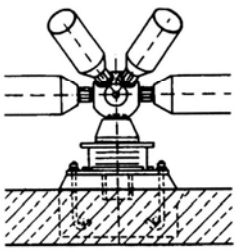


(۲) ترتیب اعضا در یک مفصل

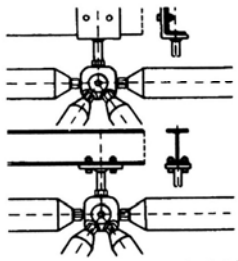
(۱) اتصالات مفصلی MERO



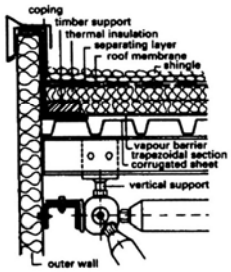
(۳) ساختار یک عضو قابی MERO



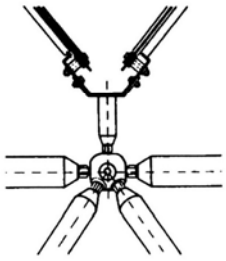
(٤) تکیه گاه قاب



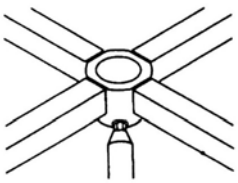
(۵) تکیه‌گاه پرلین



(٦) ارتباطات سازه به دیوار و سقف

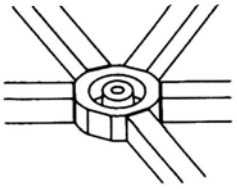


(۷) ارتباطات سازه – کانال مرکزی



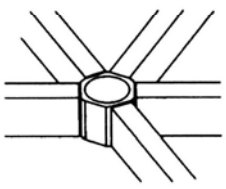
تکیه گاه مستقیم به پوسته سقف در بالای اعضای تیر، دو لایهٔ نگهدارنده سازه. ارتباطات پیچی غیر مقاوم در برابر خمش، انتقال کامل از عضو قف به مفصل در تیر بالایی، تیر پایینی در سیستم KK

(۸) سیستم NK (مفصل فنجانی)



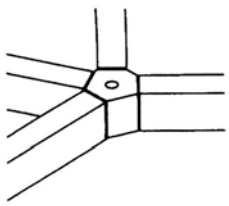
تکیه گاه مستقیم به پوسته سقف. یک لایهٔ منفرد سازه‌ای در شبکهٔ مثلث. ارتباطات پیچی غیر مقاوم در برابر خمش. اتصال کامل از عضو سازه‌ای به مفصل

(۹) سیستم TK (مفصل مسطح)



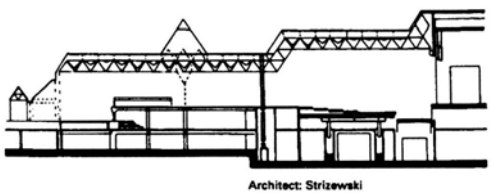
تکیه گاه مستقیم به پوسته سقف. یک لایهٔ منفرد سازه‌ای، همچنین در هندسه سطحی دوزنقه‌ای ارتباطات چندگانهٔ پیچی مقاوم در برابر برش. انتقال کامل از عضو سازه به مفصل

(۱۰) سیستم ZK (مفصل استوانه‌ای)

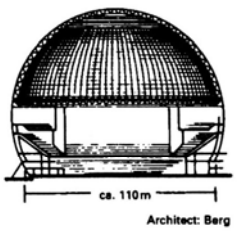


تکیه گاه مستقیم به پوسته سقف. یک لایهٔ منفرد سازه‌ای در هندسه سطحی دوزنقه‌ای ارتباطات پیچی مقاوم در برابر برش. انتقال کامل از عضو سازه به مفصل

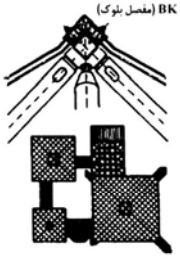
(۱۱) سیستم BK (مفصل بلوک)



(۱۲) مقطع بخشی از سالن عمومی شهر در هلیدن



(۱۳) بخشی از مقطع کلوب ارنا در استکهلم



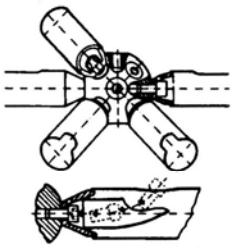
(۱٤) مقطع قلهٔ سقف: طرح سقف سالن نمایش Essen , Gruge (سیستم NK)

سازه‌های فضایی: کاربردها

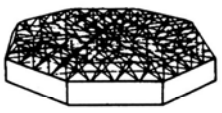
سازهٔ فضایی (krupp-Montal) به وسیلهٔ Dortmund – Horde. E. Ruter به وجود آمد. قطعات با پیچ‌های درون لوله‌ها به کرهٔ فلزی آهنگری شده متصل می‌شود. پیچ‌ها در انتها، شش ضلعی هستند و از طریق لولهٔ هدایت کننده به درون سوراخ قسمت لوله‌ای عضو سازه‌ای متصل می‌شوند. در حالت کلی، تمام اعضا در گرما گالوانیزه شده‌اند. ممکن است یک پوشش رنگی نیز بر روی آن‌ها به کار رود. در سیستم کروپ ـ مونتال ، پیچ‌ها می‌توانند بدون خروج از اعضای سازه، مورد آزمایش قرار گیرند ؛ در صورت لزوم، جایگزین کردن اعضا درون سازه بدون تخریب آن نیز ممکن است. سیستم کروپ مونتال در ← (۱)-(۵) با جزییات نقطه‌ها در ← (۶)-(۸) نمایش داده شده است.

لوله KEBA و اتصال مفصلی برای انتقال نیروی فشاری و کششی طراحی می‌شوند. در این حالت به پیچ‌ها احتیاجی نیست و بدون مشکل نیز قطعات پیاده می‌شوند ← ۹-۱۳. مفصل KEBA شامل اتصالات فکی با لبه‌های از داخل قفل شونده گوهٔ ماهیچه‌ای و حلقهٔ قفسه‌ای با لولای قفلی می باشند.

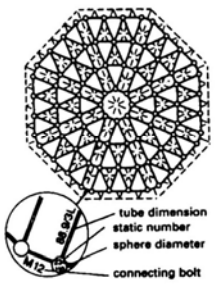
سازهٔ فضایی Scan به وسیلهٔ (kaj Thomsen) به‌وجود آمد. پیچ‌ها وسایل اتصال را فراهم می‌کنند که در انتهای اعضا با استفاده از روش خاص داخل شده سپس به داخل سوراخ‌های رزوه شده از اتصالات مفصلی کره‌ای پیچ می‌شوند ← (۱۴)+(۱۵). در کلیه سازه‌های فضایی یک دهانه بدون تکیه‌گاه حداقل ۱۰۰–۸۰ m ممکن می‌باشد.



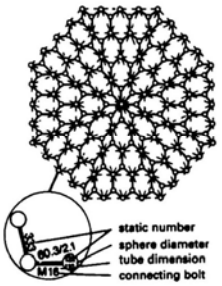
(۱) مفصل



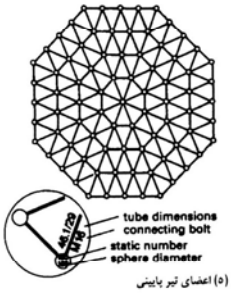
(۲) سیستم سازهٔ فضایی



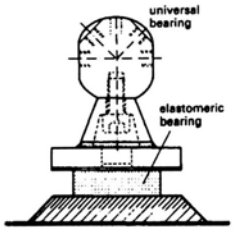
(۳) اعضای تیر بالایی



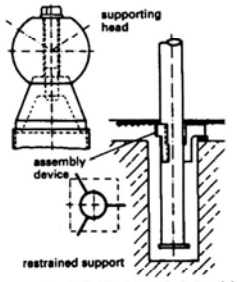
(٤) اعضای قطری



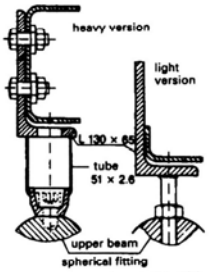
(۵) اعضای تیر پایینی



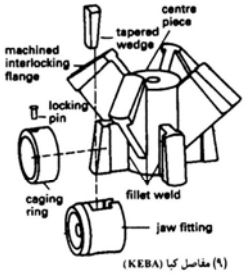
(٦) تکیه گاه عمومی



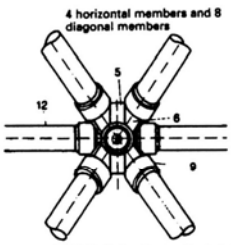
(۷) اتصال تکیه‌گاهی انتها به تکیه گاه گیردار



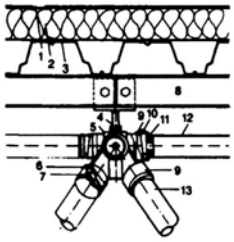
(۸) اتصالات تیرچه‌ها



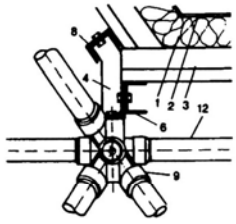
(۹) مفاصل کبا (KEBA)



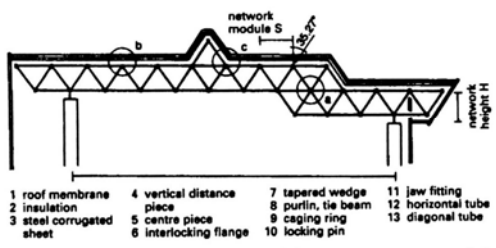
(۱۰) مفصل مرکزی معمولی برای اتصال ۱۲ عضو



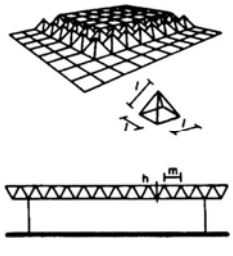
(۱۱) مفصل استاندارد بالایی



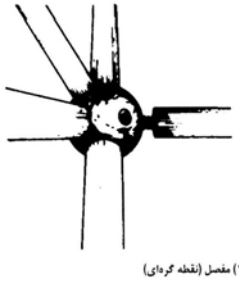
(۱۲) مفصل مرکزی معمولی



(۱۳) مثالی از سقف با جزییات مفصلی ← (۱۰)-(۱۲)



(۱٤) سیستم سازهٔ فضایی



(۱۵) مفصل (نقطه گره‌ای)

سازه‌های چند طبقه

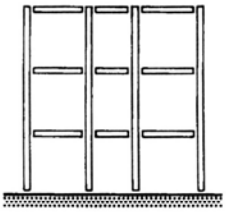
انتخاب اصلی بتن‌ریزی در محل کارگاه یا تولیدات پیش‌ساخته در شکل دال یا قاب سازه‌ای است. انتخاب مواد تیر مطابق با نوع سازه و وضعیت محلی باید باشد.

مثل تمام نواحی سازه‌ای ساختمانی، تعداد طبقات بـه وسیله ظرفیت باربری سازه و وزن مصالح مصرفی تعیین می‌شود. اجرای کار ساختمان شامل تقسیم به **دهانه‌ها** و **فاصله‌های** بسته سازه‌های ساخته شده از مواد سازه با، یا بدون مقاومت **کششی انجـام می‌شـود. مقـاومت قـائم و** جانبی درون دیوارهای عرضی و سقف‌ها لازم است. قاب سازه‌ای، به عنوان یک سازه غیر فضایی تکیه گاهی ، یک سطح باز و انتخاب شکل دیوار بیرونی را ایجاد می‌نماید (سازه معلق یا طَرّه‌ای). تعداد زیادی از سطوح طبقات با انواع مختلف پیش ساخته‌ها قابل اجرا است.

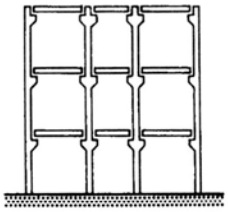
مصالح قاب‌های سازه‌ای: بتن مسلح (که گزینش بین ساخت در کارگاه یا از پیـش سـاخته را انجام می‌دهد)؛ فلز، آلومینیوم و چوب. *انواع سازه:* قاب‌های با تیر اصلی روی مفاصل لولایی و یـا واحدهای سخت قاب در جهت‌های طولی و یا عرضی. *سیستم‌های سازه‌ای:* سـتون‌ها و تیرهـای اصلی (تیرهای اصلی واتصالات) سازهٔ قاب را با مفاصل سخت یـا نـرم مشـخص می‌کنـد (نقـاط اتصال تیرها و ستون‌ها). *قاب‌های کاملاً سخت شـده:* تیرهـا و سـتون‌ها بـا مفـاصل سخـت بـه واحدهای قاب سخت متصل شده‌اند. *واحدهای قاب مفصلی یکی بالای دیگری:* ستون‌ها و تیرهـا با مفاصل سخت به واحدهای قاب سخت متصل شده و یکی بالای دیگـری بـا اتصـال مفصلـی مرتب شده‌اند. *قاب‌های کاملاً مفصلی:* نقاط گـره‌ای بـه صـورت مفصلـی بـا سیسـتم مـهاربندی عرضی (تیرهای لاغر و خرپاها) و دیافراگم‌های منفرد (دیوارهای واسطه ، دیوارهای مثلثی شکل، دیوارهای راه پله) طراحی می‌شوند. در این باره، سیستم‌های مخلـوط نـیز وجـود خواهـد داشـت. مفاصل سخت از بتن مسلح در کارگاه یا به صورت پیش ساخته درسـت می‌شـود. بـه هـر حـال، عناصر پیش ساخته معمولاً با اتصالات مفصلی طراحی شده به وسیله هسته‌های سـازه‌ای سـخت مهار بندی می‌شوند.

ساخت و ساز

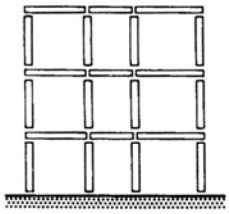
سازه‌های قابدار با تکیه گاه‌های عمودی متوالی ← (۱)+(۲)؛ تیرهای اتصال، در مکان قابل دیـد و یـا تکیـه گـاه پنـهان قـرار مـی‌گیرند. سـازه‌های بـا اسـکلت، بـا مقطـع تکیـه‌گـاه عمودی ← (۳)-(۵) ارتفاع اعضای عمودی می‌تواند بیش از دو طبقه باشـد. مکـان تکیـه‌گاه‌هـا می‌توانند به صورت متناوب از قاب به قاب دیگـر باشـند؛ تکیـه‌گاه‌هـای مفصلـی بـا هسـته‌های ساختمانی سخت شده. سازه‌های قابدار با قاب‌هـای واحـد ← (۸)-(۶). قاب‌هـای H شـکل بـا تیرهای عرضی معلق و اتصال در مرکز در صورت لزوم (قاب‌های مفصلی به ارتفـاع یـک طبقـه). قاب‌های U شکل، با تیرهای عرضی جدا در مرکز و یا با تیرهای عرضی صُلب متصل به قاب‌هـا (قاب‌های مفصلی به ارتفاع یک طبقه). قاب‌های قارچی مسـطح ← (۹): سـتون‌ها بـا دال‌هـای طره‌ای در چهار جهت (ستون‌ها و دال‌ها به صورت صلب به یکدیگر متصل شده و لبـهٔ دال‌هـای طره به یکدیگر مفصل می‌شوند). سازه‌های تکیه‌گاه کف که بارهای عمودی را تحمل کرده و بـه صورت افقی به نقاط تکیه‌گاهی منتقل می‌کنند؛ دال‌های کف بتنی از سازه منفـرد، تـو خـالی، بـا سازهٔ دنده‌ای یا کندویی، اگر دهانه بزرگ باشد بسیار سنگین خواهند بود و مشـکلاتی را در ارایـهٔ خدمات فراهـم خواهنـد آورد. اسـتفاده از روش دال آمـاده نـیز ممکـن اسـت، بـرای مکان‌هـای مستطیلی شکل بسیار مناسب باشد. ← (۱۰)-(۱۳).



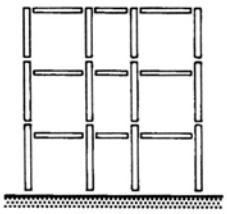
(۱) تیرهای عمودی متوالی: تیرهـای عرضـی در تکیه گاه‌های پنهانی



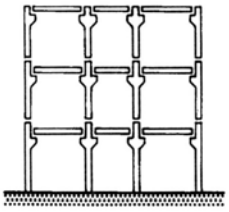
(۲) تیرهـای عمـودی متوالی، تیرهـای عرضی در تکیه‌گاه‌ها



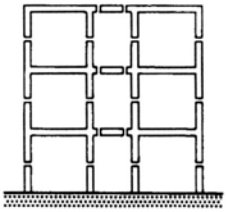
(۳) تیرهای عمودی جدا از هـم، تکیـه‌گاه‌هـای عمودی منفرد، تیرهای عرضی



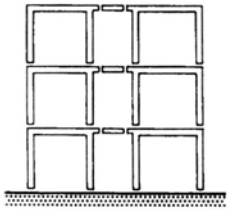
(٤) تیرهای عمودی جدا، تیرهای عرضـی بدون تکیه گاه



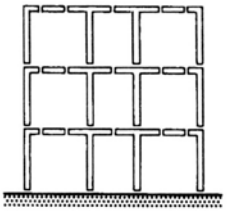
(٥) تیرهای عمودی جدا، تیرهای عرضی روی تکیه‌گاه



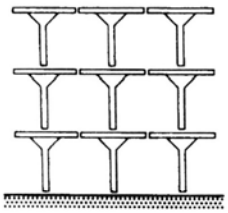
(٦) قاب‌های صلب H شکل



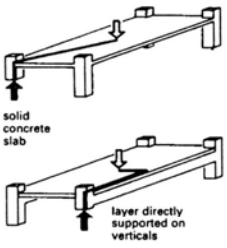
(۷) قاب‌های صلب U شکل



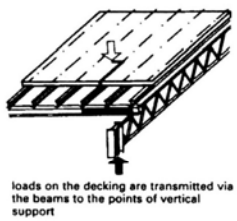
(۸) تکیه گاه‌های عمودی T شکل و L شکل



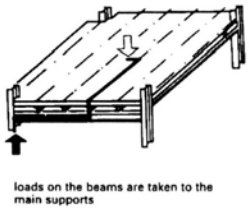
(۹) قاب‌هایی با ستون‌های قارچی



(۱۰) سازه با کف تکیه‌گاهی و دال تحمل بار منفرد



(۱۱) سازهٔ تکیه گاهی کف با دو لایه

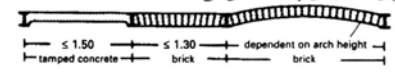


(۱۲) سازه تکیه‌گاهی کف با سه‌لایه (برای دهانه‌های خیلی بزرگ)

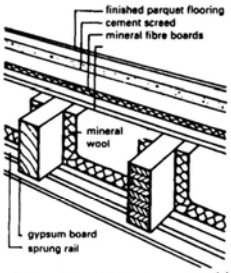
کف‌های معلق

کف‌های تیرچوبی با تیرریزی چوبی یا تیرهـای اصلـی چوبـی چنـد لایـه ← (۱)+(۲). در سازه‌های باز یا بسته. عایق‌بندی صوتی با استفاده از یک لایهٔ اضافی با ضخـامت ۶۰mm بـا پوشش دال‌های بتنی افزایش می‌یابد. ← (۲). کف‌ها به صورت کامل یا بخشی سر هم شـده به شکل خشک مورد استفاده سریع قرار می‌گیرند. ← (۳)–(۸). کف‌های دنده‌ای: فاصلـهٔ بیـن محور تیرها به قرار زیر است:

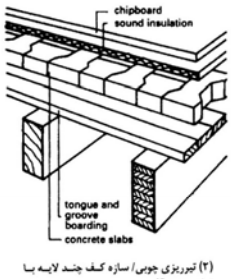
۱۲۵۰–۱۰۰۰–۷۵۰–۶۲۵–۵۰۰–۳۷۵–۲۵۰ mm . کف‌های سنگین با اسـتفاده از بتـن و قالب‌بندی در محل کار گاه ایجاد می‌شوند ← (۱۱). و فقط هنگامی به‌عنوان تکیـه‌گـاه مـورد استفاده قرار می‌گیرند که رطوبت کافی به آن ها رسیده مقاوم شده باشـند. کف‌هـای دال بتـن مسلح با دهانه دو طرفه: نسبت دهانه نبـاید از ۱/۵ : ۱ تجـاوز کنـد. ضخـامت ≤۷۰ mm تـا ۱۵۰mm که تقریباً اقتصادی است. قالب بندی بتن مسلح پیـش سـاخته، از دال بتنـی بسـیار بزرگ با ضخامت حداقل ۴۰mm که در آن، شبکهٔ مسلح کنندهٔ فلـزی در هـم قـرار گرفتـه و برای شکل دادن دال سازه با بتن ریزی در محل کارگـاه کـامل می‌شـوند ← (۱۲). ضخـامت کف ۲۶۰–۱۰۰mm است. این روش شامل ترکیب دو قسمت است: یکی اسـتفاده از قطعـات پیش ساخته، همراه با سازه‌های سنتی و بتن ریزی در جـا. عـرض حداکـثر دال۲/۲۰m اسـت. هنگامی که مفاصل نرم شوند، کف برای رنگ آماده است که به پلاستر پایـانی نیـازی نیسـت. کف‌های با قطعات توخالی ← (۵) به عنوان پانل‌های کف پیش‌ساخته ضخـامت کـف حداکـثر ۲۱۵–۱۹۰mm با دهانهٔ تکیه گاهی ۶/۴۸m . پانل‌های کف پیش سـاخته ۱/۰۰ مـتر عـرض داشته و به لایه پوشش بتنی نیازی نیست. بتن پیش تنیده ـ دال توخـالی کـف ← (۶) شـامل واحدهای پیش تنیده خود مقاوم با حفره‌های طولی که باعث می‌شود وزن کمی داشـته باشـند. آن‌ها با استفاده از بتونه‌ای خاص به یکدیگر وصل می‌شوند. عرض دال: ۱۸۰ و ۱۵۰ میلیمـتر و عرض ۱/۲۰ متر. قطعات می‌توانند حداکـثر ۷/۲۵m طـول داشـته باشـند؛ کف‌هـای فـولادی مرکب ← (۱۳). مقاطع کف مرکب و ذوزنقه‌ای، از صفحات نوار فلزی گالوانیزه ساخته شـده و اعضای پایه را برای قالب بندی و سقف شکل می‌دهند.



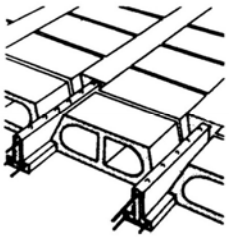
tamped concrete with axis spacing ≤ 150cm
brick with axis spacing ≤ 130cm
cambered (Prussian cap): axis spacing depending on structural calculations ~ 3m
steel supported floor with infills →⑭



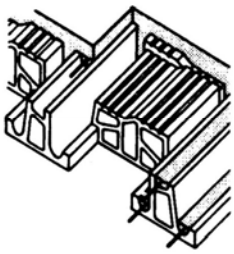
(۱) تیرریزی چوبی / سازه کف تیر چند لایه بـا کـف نمایش داده شده در زیر



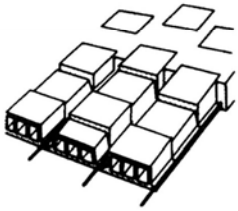
(۲) تیرریزی چوبی/ سازه کـف چنـد لایـه بـا نمای زیر سقف



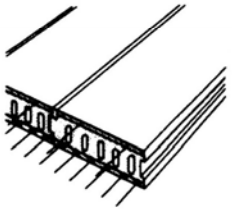
(۳) قطعات کـف از بتـن مسـلح پیـش سـاخته بـا بلوک‌های بدون تحمل بارگذاری(تیرچه بلوک)



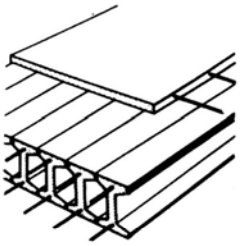
(٤) کف سر هم شده از نوارهای بتـن مسـلح پیـش ساخته با قطعات بلوک سفالی



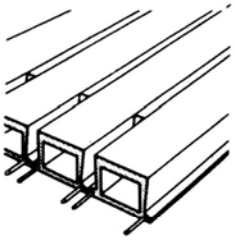
(٥) کف بتنی با بلوک تو خالی مسلح شده در محل



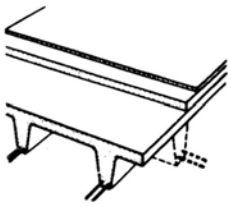
(٦) کف بتنی پیش ساخته با هستهٔ تو خالی و سیم‌های پیش تنیده، پیچیدهٔ فولادی



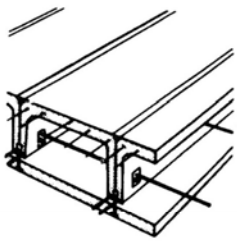
(۷) کف با تیرTشکل بتن مسلح پیش ساخته



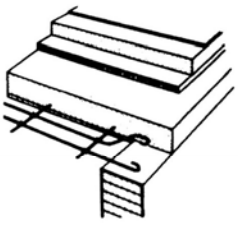
(۸) کف با تیر توخالی از بتن مسلح پیش ساخته



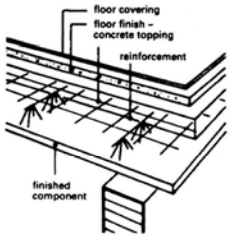
(۹) کف دنده‌ای با بتن مسلح در محل، فاصله دنده‌ها ≥۷۰cm عرض دنده ≤۵cm



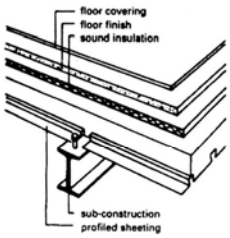
(۱۰) تیرهای بتن مسلح با مقطع L که سختی جانبی را با اتصال به یکدیگر فراهم می‌کنند



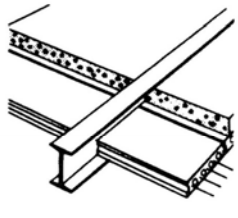
(۱۱) کف دال بتنی مسلح که در یک یا دو جهت مسلح شده است



(۱۲) بتن مسلح پیش ساخته برای کف در محل



(۱۳) کف مرکب بتن / فولاد



(۱٤) کف تکیه گاه فولادی با بتن مسلح پیش ساخته

کف سازی

کف سازی، بر احساس کلی حاکم بر اتاق، کیفیت‌هـای سـکونت و هزینـه‌های نگـه‌داری اثری قطعی دارد.

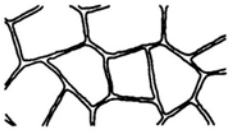
کف‌سازی با سنگ طبیعی: سنگ‌های آهکی بـه سـنگ رسـوبی یـا سـنگ‌های ماسـه‌ای می‌توانند به صورت زبر و خشن ، در حالت طبیعی قرار بگیرند و یا با لبه‌های نرم و پولیش شده نصب شوند ← (۱)+(۲). سطوح کاشی‌های تـراش داده شـده، سـنگ آهکـی (مرمـر)، سـنگ ماسه‌ای و تمام سنگ های آذرین می‌توانند در هر حالت خواسـته شـده اجـرا شـوند. ایـن نـوع سنگ‌ها می‌توانند در بستری از ملات قرار بگیرند و یا با چسب به‌لایه زیرین کف چسبانده شوند.

کف‌های موزاییکی: سنگ‌های متنوع رنگی (شیشه، سرامیک‌ها و یا سنگ‌های طبیعی) در ملات سیمانی قرار گرفته و یا با چسب به کار می‌روند ← (۳)–(۸).

کف‌های با کاشی سرامیکی: سـرامیک، موزاییـک و کاشـی‌های پختـه شـده، شـکل‌های گل‌های رنگی هستند که درون یک کوره پختـه می‌شـوند، بنـابراین بـه سـختی آب را جـذب می‌کنند. این کف‌ها، مقاوم در برابر یخ زدگی،مقاومت نسبی در برابـر اسـید و مقـاومت بـالا در برابر ساییدگی مکانیکی دارند، اما با این حال، همیشه در برابر روغن و نفت مقاوم نیستند.

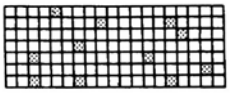
کف‌سازی با کف پوش چوبی (پارکت) که از چوب در شکل نوارهای کـف پـوش، کف‌هـا، بلوک‌ها و تخته‌ها ← (۱۷)–(۲۲) اجرا می‌شود. لایهٔ بالایی اجزای کف پوش تکمیل شده کـه شامل چوب بلوط یا دیگر کف پوش‌های چوبـی اسـت، در سـه نـوع مختلـف نصـب می‌شـود ←(۱۷)+(۱۸). چوب کاج یا روسی، برای تخته بندی کف به کار می‌رود. الوارهای کام و زبانـه شده، از کاج‌های اسکاندیناوی، کاج قرمز آمریکایی، و انواع دیگر کاج ساخته می‌شود.

چوب کف با بلوک چوبی (چوب تاردار) کـه مسـتطیل یـا دایـره‌ای اسـت روی بتـن قـرار دارد. ← (۲۳)+(۲۴).

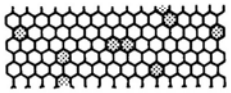


(۱) کف با سنگ طبیعی، بدون نظم

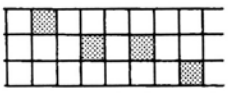
(۲) کف با سنگ طبیعی در مدل رومی



(۳) مربع‌های موزاییکی کـوچـک ۲۰/۲۰ : ۳۳/۳۳ میلی‌متر

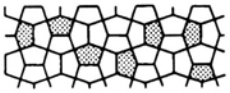


(٤) موزاییک کوچک؛ شش گوشه ۲۵/۳۹ : ۵۰/۶۰ میلی‌متر

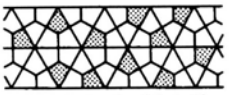


(۵) موزاییک مربعی: ۵۰/۵۰، ۶۹/۶۹، ۵۰/ ۷۵ میلی‌متر

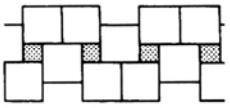
(٦) موزاییـک کـوچـک ، طـرح دایـره داخلـی ۳۵/۳۵ ، ٤٨/٤٨ میلی‌متر



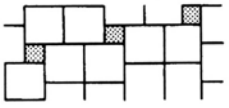
(۷) موزاییـک کـوچـک : پـنج ضلعـی ٤۵/۳۲میلی‌متر



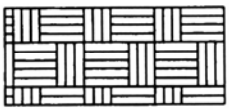
(۸) موزاییـک کـوچـک در طـرح ابتـن ۵۷/۸۰ میلی‌متر



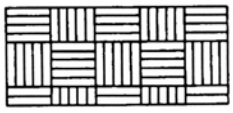
(۹) مربع، با کاشی‌های هنبت کوچک در میان آن‌ها



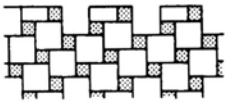
(۱۰) مربع با فاصله‌های ۱۰۰/۱۰۰ و ۵۰/۵۰ میلی‌متر



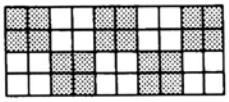
(۱۳) سبد باز



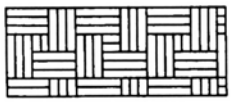
(۱٤) سبد مربع



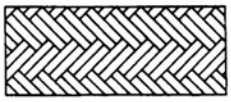
(۱۱) مربع، با فاصله از کاشی‌های کوچک‌تر



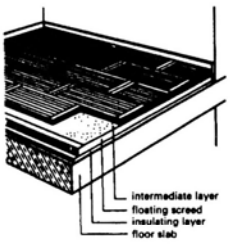
(۱۲) مربع، همراه با طرح شطرنجی دوتایی



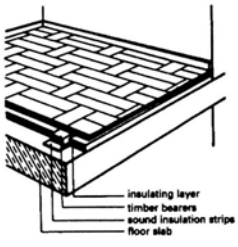
(۱۵) سبد باز



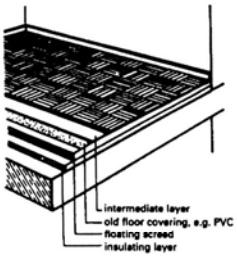
(۱٦) طرح استخوان جناغی



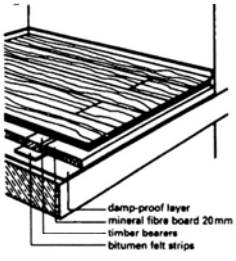
(۱۷) قطعات پارکت روی کف ملات شده



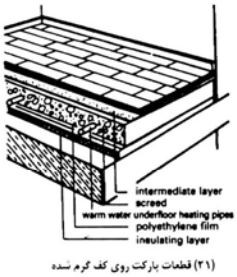
(۱۸) قطعات پارکت روی چوب پشت بندی شده



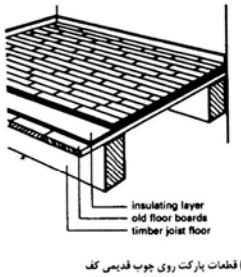
(۱۹) قطعات پارکت روی پوشش قدیمی کف



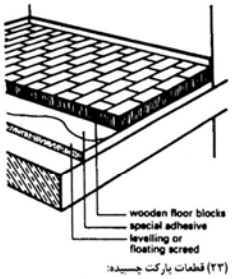
(۳۰)ـ قطعات پارکت روی قطعات الوار



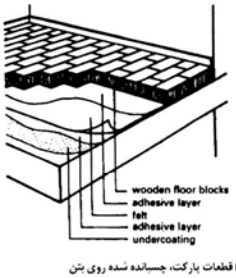
(۲۱) قطعات پارکت روی کف گرم نشده



(۲۲) قطعات پارکت روی چوب قدیمی کف



(۲۳) قطعات پارکت چسبیده:
با سطح آماده شده (اطاق نشیمن)



(۲٤) قطعات پارکت، چسبانده شده روی بتن
صاف زیرسازی (سطح تمام شده خاص)