اجـــرای ساختمان

Building Implementation

مولف

محمّدحسین خامنهٔ باقری

محمّدحسین خامنـهٔ باقری مدرک کارشنـاسی ریاضی از دانشگاه فردوسی و مهندسی راه و ساختـمان از دانشگاه ایالتی نیویورک را دارد. او مـدرس پیشکسوت دانشـگاه فنـی مشهد در زمینه تدریس دروس ساختمان‌های فلـزی، مقاومت مصالح، زبـان تخصصی و استاتیک بوده است و تدریس، سخنرانی، نویسندگی، فعالیت‌های مهندسی و مدیریتی را در کارنامه‌اش دارد. نویسنده این کتاب مدرس نمونهٔ کشور بوده و نوشته‌اش در مقاومت مصالح رتبه اول کشوری را کسب کرده است. فعالیت‌های وی در سـازمان نظام مهندسی ساختـمان خراسان رضوی از سال ۱۳۸۴ با سمت معـاون فنی سازمان شـروع شده و تا سال ۱۳۹۸ به عنوان مشـاور عـالی سازمان نظام مهندسی خراسان رضوی و دبیـر هیأت چهار نفره ادامه داشته است.

اجرای ساختمان

Building Implementation

محمّدحسین خامنهٔ باقری

سرشناسه	خامنه باقری، محمدحسین، ۱۳۲۳-
عنوان و نام پدیدآور	اجرای ساختمان/ محمدحسین خامنه‌باقری.
مشخصات نشر	مشهد: گل واژه توس، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری	۱۳۶ص. مصور (رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	978-622-93969-8-8
وضعیت فهرست نویسی	فیپا
موضوع	ساختمان‌سازی Building / ساختمان‌ها -- اجرای کار Buildings -- Performance
رده بندی کنگره	TH۱۴۵
رده بندی دیویی	۶۹۰
شماره کتابشناسی ملی	۹۴۲۱۶۵۰
اطلاعات رکورد کتابشناسی	فیپا

اجرای ساختمان

مؤلف	محمّدحسین خامنهٔباقری
صفحه آرایی و طراحی جلد	انتشارات گل واژه توس
لیتوگرافی	گل واژه
چاپخانه	سعدی نو
نوبت چاپ	اول / ۱۴۰۲
تیراژ	۱۲۰
قیمت	۲۶۰.۰۰۰ تومان
شابک	۹۷۸-۶۲۲-۹۳۹۶۹-۸-۸

حقوق چاپ و نشر انحصاراً برای ناشر محفوظ است.

فهرست مطالب

پیش‌گفتار ۵

فصل اول: سفت‌کاری ساختمان ۹

۱-۱- تاریخچه ۱۰

۱-۲- کلیات ۱۳

۱-۳- نمودار گردش کار ساخت و ساز ۱۳

۱-۴- تخریب ۱۴

۱-۵- گودبرداری ۱۶

۱-۶- لاشه‌چینی ۲۴

۱-۷- اجرای فونداسیون ۲۴

۱-۸- بتن مگر ۲۶

۱-۹- آرماتوربندی فونداسیون‌ها و شناژها ۲۷

۱-۱۰- بتن‌ریزی فونداسیون‌ها و شناژها ۲۹

۱-۱۱- اجرای اسکلت ۳۲

۱-۱۲- کرسی‌چینی ۵۵

۱-۱۳- اجرای دیوارهای محیطی طبقات منفی ۵۶

۱-۱۴- دیوارچینی ۵۸

۱-۱۵- اندودکاری دیوارها ۶۰

فصل دوم: زیرساخت‌های تأسیسات مکانیکی و برقی ۶۵

۲-۱- تأسیسات مکانیکی ساختمان ۶۶

۲-۲- تأسیسات برقی ساختمان ۸۳

۲-۳- اجرای عایق حرارتی و رطوبتی ۸۴

۲-۴- پارکینگ ۸۷

فصل سوم: نازک‌کاری ساختمان ۹۱

۳-۱- مقدمه ۹۲

۳-۲- نصب فریم‌ها، چهارچوب درها و پنجره‌ها ۹۲

۳-۳- نمای ساختمان ۹۲
۳-۴- اجرای سقف کاذب سرویس‌های بهداشتی ۹۶
۳-۵- کاشی‌کاری ۹۸
۳-۶- گچ‌کاری و گچ‌بری ۹۹
۳-۷- اجرای پله‌ها ۱۰۲
۳-۸- نقاشی، رنگ‌کاری و نصب کاغذ دیواری ۱۰۴

فصل چهارم: تأسیسات مکانیکی و برقی ۱۰۹
۴-۱- آسانسور ۱۱۰
۴-۲- کف‌سازی ۱۱۳
۴-۳- سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی و نصب آن‌ها ۱۱۶
۴-۴- نصب شیرآلات، کلید، پریز و دیگر لوازم برقی و مکانیکی ۱۲۳
۴-۵ محوطه‌سازی ۱۲۴

پیوست‌ها ۱۲۵
پیوست ۱ - کلوزهای بیمه مسئولیت ۱۲۵
پیوست ۲ – ضوابط طراحی و اجرای اعلام و اطفای حریق ۱۲۶
پیوست ۳ – نمودار گردش کار ساخت و ساز ۱۳۳

منابع و مراجع ۱۳۵

به نام خداوند بخشنده مهربان

پیش‌گفتار

نگارش این کتاب پس از نیم قرن فعالیت و کار در زمینه‌های مختلف چون تدریس، تحقیق، تألیف، ترجمه، سخنرانی، محاسبه، نظارت و اجرای پروژه‌های ساختمانی و هم‌چنین استفاده از تجربیات استادان محترم و همکاران گران‌قدر و دانشجویان خوش‌ذوق تدوین گردیده است.

امید است مطالعهٔ آن برای مهندسان به‌ویژه مهندسان جوانی که در آغاز راه فعالیت در شاخه‌های مهندسی عمران می‌باشند، مفید و قابل استفاده باشد.

در این کتاب، مراحل اجرای یک پروژه ساختمانی از شروع عملیات ساختمانی تا پایان آن شرح داده شده و نکته‌های مهم اجرایی هر مرحله مورد بررسی و تأکید قرار گرفته است.

یادآوری این نکته ضروری است که،

در ساخت و سازهای شهری و روستایی رعایت دقیق مباحث مقررات ملّی ساختمان و در ساختمان‌های دولتی و ملّی ضوابط و مقررات سازمان برنامه و بودجه

اوّلین و مهم‌ترین اصل الزامی می‌باشد.

لازم می‌دانم از جناب آقای مهندس حسین بشیر رئیس سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان رضوی و هیأت مدیرهٔ آن سازمان به‌ویژه جناب آقای دکتر علی سیفی به خاطر حمایت‌های بی‌دریغشان در چاپ این کتاب تشکر نمایم.

سپاس بی‌کران از خالق فکر و قلم که به من امکان تدوین و چاپ این کتاب را ارزانی فرمود. به امید این‌که توانسته باشم ذره‌ای از دین و وظیفه‌ام را به مهندسی و جامعهٔ مهندسی ادا کرده باشم.

خواندن کتاب‌های داستانی از برگ اوّل آغاز شده و در برگ آخر به پایان می‌رسد؛ لیکن خواندن این کتاب به این شیوه خسته‌کننده و ملال‌آور خواهد بود. لذا پیشنهاد می‌شود، فصل یا بندی از کتاب را که مربوط به زمینهٔ فعالیت شماست، انتخاب و مطالعه فرمایید.

خواهشمندم هر گونه پیشنهاد یا نقطه نظرتان را به یکی از آدرس‌های زیر ارسال فرمائید.

0915 111 1097
mhkhb44@gmail.com

محمّدحسین خامنهٔ باقری
تابستان ۱۴۰۲

دلیری زهشیار بودن بُود
دلاور سزایش ستودن بُود

فردوسی

کتاب را تقدیم می‌کنم به:

همسر و رفیق زندگی‌ام سرکار خانم شوشتری که یکی بودن را سبب شد.

همچنین به فرزندانم:

دکتر آرش، که تلاش و پشتکار را به من آموخت.

دکتر رامین، که ایمان و صداقتش چراغ راهم شد.

دکتر بهمن، که علم و صفایش سربلندی را نصیبم کرد.

فصل اوّل

سفت کاری ساختمان

۱-۱- تاریخچه

بسیاری ساخت سرپناه از پدیده‌های غیرطبیعی توسط بشر اولیه را بـه ایرانیـان نسـبت داده و ایـران را مهد ساختمان‌سازی می‌دانند. استدلال آنها بر پایهٔ شرایط ژئولوژی منطقه استوار است.

شواهد نشان می‌دهد در اغلب نقاط جهان بشر اوّلیه در غارها و دخمه‌ها می‌زیسته‌اند. ایرانیان باسـتان با روی‌هم چیدن لاشه‌های سنگ و قرار دادن شاخه‌های درختان بر روی آنهـا و پوشـاندن فاصـله‌هـا بـا برگ و خس و خاشاک برای زیستن خود و اعضای خانواده‌هایشان سرپناه امن می‌ساختند.

با گذشت زمان انسان اوّلیه با حوادث طبیعی مانند زلزله، سیل، تگرگ و آتش‌فشان مواجه شـد، ایـن حوادث سبب بوجود آمدن پناه‌گاه‌های امن گردید.

ادعا می‌شود در قرن‌های پیشین، ایرانیان از پیشگامان ساخت بناهایی با مقاومت بـالا بـوده‌انـد. بـرای اثبات این ادعا، می‌توان از ساختمان‌هایی یاد کرد که در طول تاریخ به دسـت ایرانیـان باسـتان سـاخته شده و شهرت جهانی پیدا کرده است؛ بناهایی که در روزگار ما جزو افتخارات این مرز و بـوم بـه شـمار می‌آید.

اوّلین سلسلهٔ حکومتی ایران باستان، مادها (۵۴۹ تا ۷۲۸ ق.م) هستند؛ بناهایی مانند سـنگ شـیر در همدان، دکان داوود در سرپل ذهاب (الگوی دفن پادشاهان)، گوردخمهٔ اسـحاق‌ونـد در هرسـین اسـتان کرمانشاه و ارگ نوشیجان در شهر ملایر مربوط به این دوره است.

شکل ۱-۱- سنگ شیر همدان

شکل ۱-۲- دکان داوود

تخت جمشید و تخت مادر سلیمان که در هفتاد کیلومتری شمال تخت جمشید قرار دارد در دورهٔ هخامنشیان (۳۳۰ تا ۵۵۹ ق. م) ساخته شده‌اند.

از بناهای دورهٔ اشکانیان (۲۲۶ تا ۲۵۰ ق. م) می‌توان به شهر و قصر هترا* واقع در ۳ کیلومتری رودخانهٔ دجله و ۱۱۰ کیلومتری جنوب غربی موصل و معبد ناهید در کنگاور اشاره کرد.

شکل ۱-۳- قصر هترا

عهد ساسانیان (۲۲۴ تا ۶۵۱ میلادی) دورهٔ شکوفایی هنر معماری ایران باستان می‌باشد. در آن دوره، قصر شیرین در استان کرمانشاه [توسط خسرو پرویز]، طاق کسری در نزدیکی دجله واقع در شهر

* داعش در ۱۳۹۳/۱۲/۱۶ (۷ مارس ۲۰۱۵) شهر باستانی هترا متعلق به دوران اشکانیان را تخریب کرد.

تیسفون، معبد آناهیتا در کازرون، برج خـاموش در ۱۵ کیلـومتری شـهر یـزد و قلعـۀ فلـک‌الافـلاک در خرم‌آباد لرستان (نام این قلعه قبل از اسلام، دژ شاپورخواست بوده است) ساخته شده‌اند.

شکل ۱-۴- طاق کسری

شکل ۱-۵- برج خاموش

شکل ۱-۶- قلعهٔ فلک‌الافلاک

با توجه به اینکه دین رسمی کشور در دورهٔ ساسانیان دین زرتشت بوده، از این رو تعداد زیادی آتشکده در آن دوره ساخته شده است. بقایای بعضی از آتشکده‌ها هنوز وجود دارد، آتشکدهٔ نیاسر در نزدیکی کاشان و آتشکدهٔ آمل در شهر آمل از آن جمله می‌باشند.

اغلب بناهای این دوره و دوره‌های پیش از آن که دورهٔ ایران باستان می‌باشد، ثبت جهانی شده‌اند، این آثار عظمت ایران و ایرانیان را به جهان و جهانیان می‌نمایانند.

۱-۲- کلیات

امروزه ساختمان‌سازی ضابطه‌مند شده و نهادهای مختلف دولتی و غیردولتی متولی آن هستند. هدف نهایی همگان بالا بردن کیفیت و ایمنی ساخت‌وسازها با توجه به شرایط اقلیمی محل احداث آنها می‌باشد.

عوامل دخیل در ساخت و سازها عبارتند از:

طراح / طراحان – ناظر / دستگاه نظارت – مجری (سازنده) / مجریان (سازندگان)

هدف این نوشته بررسی مراحل اجرای یک پروژهٔ ساختمانی شهری یا روستایی است.

در صفحات بعد مراحل و شیوهٔ اجرای پروژهٔ طراحی‌شده توسط طراحان و نظارت دستگاه نظارت بر اجرای سازندگان بررسی خواهد شد.

۱-۳- نمودار گردش کار ساخت و ساز

نمودار گردش کار ساخت و ساز در پیوست ۳ ارائه شده است.

۱-۴- تخریب

اگر در محل اجرای پروژه، بنا یا بناهای قدیمی وجود داشته باشد آن بناها باید جهت اجرای پروژهٔ جدید تخریب شوند.

۱-۴-۱- کلیات

بر اساس تعریف مندرج در مبحث ۱۲ مقررات ملّی ساختمان به **هر اقدامی که مستلزم جدا کردن مصالح از ساختمان به منظور حذف، نوسازی، تعمیر، مرمت و بازسازی تمام یا قسمتی از بنا باشد به آن اقدام تخریب گفته می‌شود**.

تخریب یک ساختمان از مراحل حساس، خطرناک، پرحادثه، مشکل و تخصصی می‌باشد. لذا جهت جلوگیری از بروز حوادث ناگوار لازم است اجرای آن توسط نیروی انسانی ماهر انجام شود.

نکتهٔ مهم ساختمان در حال احداث، نیروهای دخیل در مراحل مختلف تخریب، ساخت و ساز و اشخاص ثالث باید بیمه مسئولیت شوند. انواع بیمه در پیوست ۱ ارائه شده است.

۱-۴-۲- انواع تخریب

تخریب بنا ممکن است توسط کارگران یا با ماشین‌آلات مکانیکی انجام شود.

انتخاب روش تخریب به عوامل مختلفی چون نوع ساختمان، موقعیت محل، نوع مصالح، نوع سازه، تعداد طبقات، سرعت اجرا، صرفهٔ اقتصادی، میزان مصالح بازیافتی، ایمنی، امکانات محلّی، رعایت موارد بهداشتی و زیست محیطی بستگی دارد.

۱-۴-۳- نکات اجرایی

نکاتی که در تخریب باید رعایت شوند عبارتند از:

- تهیهٔ طرح تخریب توسط طراح صاحب صلاحیت و اجرای آن توسط عوامل فنی ماهر و با نظارت دقیق مهندسان ناظر پروژه؛
- رعایت کامل نکات ارائه‌شده در طرح تخریب؛
- ارائهٔ برنامهٔ زمان‌بندی مراحل مختلف تخریب؛
- اعلام فهرست کامل وسایل و لوازم مورد نیاز برای اجرای تخریب؛
- تعیین محل نگهداری (دپو) مصالح بازیافتی؛
- قطع انشعابات گاز، برق، آب، فاضلاب و تلفن بنای قدیمی پیش از تخریب؛
- نصب علائم هشداردهنده شامل تابلو مشخصات، چراغ چشمک‌زن در محل و مسدود کردن مسیرهای عبور و مرور محدودهٔ تخریب؛

- شروع تخریب از بالاترین بخش مسقّف ساختمان (خرپشته یا سقف طبقه آخر)؛
- اولویت داشتن تخریب قسمت‌های بنائی ساختمان؛
- تخریب اسکلت پس از تخریب قسمت‌های بنایی و تخلیه نخاله‌ها؛
- نگهداری (دپو) آهن‌آلات و مصالح بازیافتی در محلی امن؛
- اجتناب از تجمع (دپو) مصالح بازیافتی در معابر عمومی؛
- تخریب و پاک‌سازی محل تا رقوم (۰.۰۰)؛
- رعایت حقوق همسایگان و عابران (اهمّ وظایف مالکان و مجریان)؛
- تأمین ایمنی عوامل اجرایی، ماشین‌آلات، عابران و ساختمان‌های مجاور؛
- اجرای طرح تخریب توسط عوامل اجرایی ماهر؛
- استفاده از وسایل ایمنی در حین تخریب؛
- عدم استفاده از گوی‌های نصب شده بر روی جرثقیل‌ها یا انفجار در تخریب ساختمان‌هایی که در محل‌های پرجمعیت، پرترافیک ساختمانی و تردد بالا قرار دارند؛
- انجام تخریب در طول روز.

۱-۴-۴- تخریب ساختمان‌های بلند

اکثر ساختمان‌های بلند در مناطق پرجمعیت و در مراکز شهرها قرار دارند، تخریب این گونه ساختمان‌ها با انفجار یا گوی‌های نصب شده بر روی جرثقیل میسر نمی‌باشد.

تخریب این نوع ساختمان‌ها باید با وسایل مکانیکی سبک (مانند هیلتی، چکش‌های مکانیکی و ماشین‌آلات سبک) انجام گیرد.

تخریب این دسته از ساختمان‌ها باید در ساعاتی از روز انجام گیرد که رفت و آمد عابران و اتومبیل‌ها کم باشد.

شکل ۱-۷- تخریب با گوی

شکل ۱-۸- تخریب غیر اصولی

نکته مهم دقت شود تخریب ساختمان باعث تخریب و صدمه زدن به ساختمانهای مجاور نشود.

۱-۵- گودبرداری

پس از تخریب بنای قدیمی (در صورت وجود) و نقشه‌برداری سایت توسط مهندسان نقشه‌بردار، گودبرداری پروژه به منظور رسیدن به زمین بکر و تأمین رقوم مشخص‌شده با حضور ناظر و مجری قانونی پروژه آغاز می‌شود.

۱-۵-۱- گودبرداری پروژه‌های فاقد طبقات منفی

پروژه‌ای که طبقه یا طبقات منفی نداشته باشد، در این حالت گودبرداری فقط جهت اجرای پی‌ها و فونداسیون‌های پروژه انجام می‌گیرد.

در این حالت عمق کلّی گود برابر است با:

$$H \geq h_1 + h_2 + 40\ cm$$

H : عمق کلّی گود به سانتی‌متر

h_1 : ارتفاع فونداسیون پروژه

h_2 : ضخامت بتن مگر

۴۰ سانتی‌متر: جهت کف‌سازی، محافظت فونداسیون‌ها در برابر عوامل طبیعی و عبور لوله‌های تأسیساتی

۱-۵-۲- گودبرداری پروژه‌های دارای طبقات منفی

در این حالت عمق گود برابر خواهد بود:

$$H \geq h_1 + h_2 + h_3 + ۴۰$$

H : عمق کلّی گود به سانتی‌متر

h_1 : حاصل‌جمع ارتفاع طبقات منفی از کف تا کف طبقه بعدی

h_2 : ارتفاع فونداسیون

h_3 : ضخامت بتن مگر

۴۰ سانتی‌متر: جهت کف‌سازی، محافظت فونداسیون‌ها در برابر عوامل طبیعی و عبور لوله‌های تأسیساتی

۱-۵-۳- تمهیدات ضروری در اجرای گودبرداری‌ها

- رعایت دقیق دستورالعمل اجرایی گودبرداری ساختمان تدوین‌شده توسط وزارت راه و شهرسازی به شماره ۸۱۵۷۳/۱۰۰/۰۲ مورخه ۱۳۹۱/۱۲/۲۷؛
- بررسی دقیق محل گود توسط ناظرها و مجری پروژه؛
- توجه به دانه‌بندی، چسبندگی، مقاومت خاک محل، میزان احتمال رانش خاک حین گودبرداری و محل عبور تأسیسات زیرزمینی شهری؛
- رعایت کامل مبحث ۷ مقررات ملّی ساختمان؛
- تعیین محل عبور لوله‌های آب، برق، گاز، فاضلاب، کانال‌ها و قنات‌های موجود در حوالی و اطراف پروژه؛
- بررسی میزان پایداری ساختمان‌های مجاور گود؛
- مشورت با مهندسان ژئوتکنیک در صورت لزوم و به درخواست مهندسان پروژه؛
- تعیین روش مناسب گودبرداری (روش‌های گودبرداری بند ۱-۵-۴)؛
- اجرای سازهٔ نگهبان برای دیوارهای گود در صورت نیاز (سازهٔ نگهبان بند ۱-۶)؛
- اجتناب از آبیاری زمین گود قبل و حین گودبرداری؛
- اجرای گودبرداری پله‌ای یا گودبرداری شیب‌دار در عمق‌های بالا (طبق طرح)؛
- اجتناب از انباشتن (دپو) مصالح و نخاله‌های ساختمانی در لبهٔ گود (نخاله‌ها و مصالح ساختمانی حداقل ۵۰ سانتی‌متر از لبهٔ گود فاصله داشته باشند)؛
- حصارکشی محدودهٔ گود جهت ایمن‌سازی عبور و مرور؛
- نصب تابلوی مشخصات پروژه؛
- نصب علائم هشداردهنده، چراغ‌های چشمک‌زن و تأمین روشنایی گود و اطراف محدودهٔ گود؛
- شناسایی محل دقیق چاه‌ها، کانال‌ها و قنات‌های متروکهٔ موجود در سایت پروژه؛

- حفر چاه یا چاله برای جمع‌آوری و تخلیه آب‌های وارده به گود؛
- کنترل کلیهٔ عوامل دخیل در گودبرداری نسبت به استفاده از وسایل و تجهیزات ایمنی در طول گودبرداری؛
- کنترل پوشش بیمه‌ای کارگران و عوامل اجرایی و نظارتی و تجهیزات کارگاهی؛
- استفاده و نصب تورهای نخاله‌گیر جهت جلوگیری از ریزش خاک و نخالهٔ دیواره‌ها به داخل گود (در صورت لزوم)؛
- توجه به کارت مهارت فنی کارگران؛
- اطمینان از سلامت کارگران و ماشین‌آلات گودبرداری؛
- رعایت کامل حقوق همسایگان و عابران.

۱-۵-۴- روش‌های گودبرداری

گودبرداری به دو روش امکان‌پذیر است؛ گودبرداری توسط نیروی کارگری و گودبرداری به‌وسیلهٔ ماشین‌آلات مکانیکی که در ادامه تشریح می‌گردد.

۱-۵-۴-۱- گودبرداری توسط نیروی کارگری

این روش بیشتر برای پروژه‌هایی که امکان استفاده از ماشین‌آلات مکانیکی نباشد یا فاقد طبقات منفی بوده و سطح زیربنای پروژه کم باشد قابل اجراست.

گودبرداری در این حالت جهت تأمین عمق لازم برای اجرای فونداسیون‌ها و شناژهای پروژه انجام می‌گیرد.

۱-۵-۴-۲- گودبرداری با ماشین‌آلات مکانیکی

اغلب گودبرداری‌ها با ماشین‌آلات مکانیکی انجام می‌گیرد. ماشین‌های گودبرداری مستقر در داخل گود و تردد کامیون‌های سنگین، در ساختمان‌های مجاور و دیواره‌های گود باعث ایجاد لرزش می‌شوند. لرزش ایجاد شده به ابنیه مجاور گود خسارت وارد کرده و باعث ریزش دیوارهای گود به داخل گود می‌شود. در چنین پروژه‌هایی می‌توان، گودبرداری را به روش پله‌ای یا شیب‌دار انجام داد.

۱-۵-۴-۳- گودبرداری پله‌ای

در این روش معمولاً تمام سطح تا عمق کمتر از ۳ متر گودبرداری می‌شود. (عمق بستگی به مقاومت و چسبندگی خاک و تراز زیر فونداسیون‌های ساختمان‌های مجاور دارد) سپس گودبرداری از این رقوم به بعد، تا عمق ۶ متر از هر طرف حداقل نواری به عرض ۵۰ سانتی‌متر گودبرداری نمی‌شود. نوارهای عرضی عیناً به ازاء هر سه متر خاک‌برداری تا رقوم مشخص شده برای کف گود تکرار می‌شود.

توجه ممکن است در بعضی از پروژه‌ها، نوار ۵۰ سانتی‌متر بیان شده از تراز (۰.۰۰) نیاز باشد.

شکل ۱-۹- گودبرداری پله‌ای

۱-۵-۴-۴- گودبرداری با دیواره‌های شیب‌دار

در این روش دیواره‌های گود با شیبی که مورد نیاز تأمین ایمنی ساختمان‌ها و دیواره‌های گود باشد اجرا می‌شود. زاویهٔ شیب بستگی به مقاومت، دانه‌بندی و نوع خاک دارد که توسط مهندسان طراح و ژئوتکنیک تعیین می‌شود. این روش به دلیل هزینه و زمان اجرای مضاعف، کمتر متداول است.

۱-۵-۵- سازه نگهبان

در گودبرداری بعضی از پروژه‌های ساختمانی، فونداسیون‌های ساختمان یا ساختمان‌های مجاور گود بالاتر از سطح تمام‌شدهٔ گود است؛ در چنین پروژه‌هایی احتمال ریزش خاک زیر فونداسیون‌های آن ساختمان‌ها در هنگام گودبرداری و بعد از آن وجود دارد.

بنابراین لازم است با روشی مناسب ایمنی دیواره‌ها و پایداری ساختمان یا ساختمان‌های مجاور گود تأمین گردد.

برای مهار و تأمین ایمنی ساختمان‌ها و تأسیسات مجاور گودها چند روش مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱-۵-۵-۱- روش خرپایی

در این روش، حتی‌الامکان ستون خرپاها در مقابل ستون‌های ساختمان مجاور گود قرار داده می‌شود. روش خرپایی متداول‌ترین روش مهار گود و ساختمان‌های مجاور آن است که مراحل اجرای آن به شرح زیر است:

ابتدا چاه‌هایی به عمق h_1+h_2 حفر می‌شود.

h_1 : حاصل‌جمع ارتفاع‌های طبقات منفی

h_2 : ارتفاع فونداسیون ستون خرپا

حفاری تا عمق h_1 میله‌ای بوده، پس از آن، فضای لازم برای اجرای فونداسیون ستون‌ها خاک‌برداری می‌شود.

مرحله بعد از اتمام حفاری، آرماتوربندی و نصب کف‌ستون، بتن‌ریزی فونداسیون ستون خرپاها خواهد بود، پس از آماده شدن فونداسیون‌ها، ستون‌های فلزی پیش‌ساخته به داخل چاه‌ها هدایت شده و به کف‌ستون‌ها متصل می‌شوند.

آغاز گودبرداری پس از استقرار ستون‌ها خواهد بود. در این گودبرداری به ازاء هر ۳ متر خاک‌برداری، ستون‌ها با تیرهای افقی مماس بر دیواره‌های گود به هم متصل می‌شوند. اغلب طراحی‌ها دارای اعضای قطری بین هر دو ستون مجاور هم می‌باشند.

مجموع ستون‌ها، تیرهای افقی و اعضای قطری اجراشده بین دو ستون مجاور هم، تشکیل خرپا می‌دهند.

برای پایدارسازی خرپاهای ساخته‌شده، ستون‌ها با اعضای مورب به زمین مهار می‌شوند.

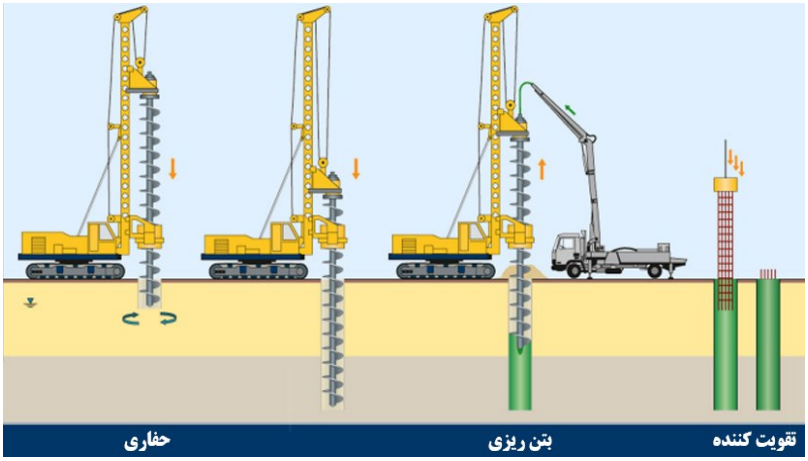
نکته مهم در طراحی و اجرای خرپاها، محل استقرار ستون‌های پروژه پیش‌بینی و لحاظ گردد.

شکل ۱-۱۰- مهار گود به روش خرپایی

۱-۵-۵-۲- روش شمع‌گذاری

پیرامون گود، چاه‌هایی با قطر تعیین‌شده حفر می‌شوند. شمع‌های بتنی پیش‌ساخته به درون چاه‌های حفرشده قرار می‌گیرند. می‌توان داخل چاه‌ها، شبکه آرماتوری قرار داده و بتن‌ریزی کرد. شمع‌های بتنی باعث تثبیت دیوارهای گود و ساختمان‌های مجاور می‌گردند.

می‌توان به جای شمع‌های بتنی از ستون‌های فولادی یا الوارهای چوبی استفاده کرد.



شکل ۱-۱۱- شمع‌گذاری

۱-۵-۵-۳- روش مهار متقابل

پایدارسازی گود و ساختمان‌های مجاور آن به روش مهار متقابل همانند روش خرپایی می‌باشد. در این روش پس از اجرای اعضای قائم متکی بر جداره‌های گود (مشابه ستون‌های اجرا شده در روش خرپایی) این اعضای قائم با تیرهای افقی، دو عضو قائم مقابل هم را مهار کرده و تقویت می‌کنند.

شکل ۱-۱۲- روش مهار متقابل

۱-۵-۵-۴- روش نیلینگ

پس از حفاری حدود ۲ متر (این عمق بستگی به نوع خاک و نظر محاسب دارد)، در دیواره‌های گود حفره‌هایی به قطر حدود ۱۵ سانتی‌متر و به عمق دو متر (با مته‌های مخصوص) ایجاد کرده و داخل آنها میلگرد (مشخصات و تعداد آنها در طرح داده می‌شود) قرار داده، سپس داخل حفره‌ها دوغاب سیمان تزریق می‌شود. در پایان یک لایه بتن جهت پایدارسازی دیواره پاشیده (شاتکریت) می‌شود. این عمل به ازاء هر دو متر عیناً تکرار شده تا به رقوم مدنظر طرح برسد.

شکل ۱-۱۳- نیلینگ

۱-۵-۵-۵- روش دوخت به پشت

همانند روش نیلینگ است؛ با این تفاوت که به جای استفاده از میلگرد از کابل‌های مخصوصی استفاده می‌شود. کابل‌ها در حین تزریق دوغاب به وسیلهٔ جک‌های مخصوص کشیده شده و پس از گیرش کامل بتن، جک‌ها آزاد می‌شوند. با این عمل نیروی وارده بر خاک چندبرابر خواهد شد.

شکل ۱-۱۴- مهار دیوارهای گود به روش دوخت به پشت

۱-۵-۵-۶- روش دیوار دیافراگمی

اجرای دیوار دیافراگمی یا دیوار دوغابی، از جمله روش‌های مهار دیوارهای گود در گودبرداری‌ها است. در این روش ابتدا قسمتی از دیوار گود به‌وسیلهٔ هیدروفرز یا گراب حفاری می‌شود. همزمان با حفاری، برای جلوگیری از ریزش، از دوغاب بنتونیت[1] استفاده می‌شود. دوغاب بنتونیت به جدارهٔ دیوار نفوذ کرده و آن را پایدار می‌کند. این عمل برای کلّ دیوار تا تراز مورد نظر ادامه می‌یابد. پس از رسیدن به تراز نهایی، محل حفاری‌شده آرماتورگذاری شده و بتن‌ریزی می‌شود. پس از اینکه بتن به مقاومت طرح رسید، گودبرداری آغاز می‌گردد.

از این روش بیشتر در پروژه‌های بزرگ مانند سدسازی، پل‌سازی و مترو استفاده می‌شود.

۱-۵-۵-۷- روش سپرکوبی

سپرهایی (صفحات فلزی) به‌وسیلهٔ چکش پنوماتیک(بادی) مماس به دیواره‌های گود کوبیده می‌شود. سپس خاک‌برداری تا عمق مدنظر انجام می‌گیرد. پس از اتمام خاک‌برداری، سپرهای فلزی با میخ‌های فولادی به دیوارهای پشت خود دوخته می‌شوند. در مرحلهٔ بعد جهت مهار سپرها، پشت‌بندهای افقی اجرا می‌شود. پشت‌بندهای افقی سبب یکپارچگی سپرها می‌شوند. در صورت لزوم پشت‌بندهای افقی را می‌توان با قطعات قائم یا مورب نیز مهار نمود.

شکل ۱-۱۵- سپرکوبی

۱-۵-۵-۸- روش سنتی منبری آجری

ستون‌های ساختمان‌های مجاور گود با سازه‌های آجری که به صورت منبری چیده می‌شوند، نگهداری می‌گردند. این روش منسوخ شده و کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

---

۱. بنتونیت مادهٔ معدنی‌ای از خانواده رُس می‌باشد. این ماده بوسیلهٔ آب خمیر شده و متورم می‌شود. خمیر بنتونیت پس از خشک شدن از بتن سخت‌تر می‌گردد. نام قدیمی این ماده گل سرشوری بوده است.

۱-۶- لاشه‌چینی

اگر تراز زیر فونداسیون‌های ساختمان‌های مجاور گود تا تراز تمام‌شدهٔ گود زیاد نباشد، (کمتر از یک متر) زیر فونداسیون‌ها و پی‌های ساختمان‌های مجاور گود با سنگ، لاشه‌چینی می‌شود. این عمل جهت جلوگیری از افت و نشست فونداسیون‌ها انجام می‌گیرد.

نکته	تأمین ایمنی و پایداری ساختمان‌ها و تأسیسات مجاور گود در حین و پس از گودبرداری‌ها از اهمّ وظایف مالکان، سازندگان و ناظران پروژه‌های ساختمانی است.

۱-۷- اجرای فونداسیون

فونداسیون قسمتی از سازهٔ ساختمان است که بارهای وارد بر ستون‌ها را به زمین منتقل می‌کند. ساخت فونداسیون‌های پروژه پس از گودبرداری و رسیدن به رقوم مورد نظر آغاز می‌شود که شامل موارد زیر است:

۱-۷-۱- قالب‌بندی فونداسیون‌ها

اولین گام در اجرای فونداسیون‌ها قالب‌بندی است.

چند نکته مهم قبل از اجرای قالب‌بندی فونداسیون‌ها که باید رعایت شود:

- تسطیح ناهمواری‌ها و ناترازی‌ها؛
- برچیدن گیاهان و خس و خاشاک‌ها و کندن ریشه درختان واقع در حریم فونداسیون‌ها؛
- پر کردن چاه‌های قدیمی و قنات‌ها متروکه با سنگ و بتن یا با سنگ و ملات باتارد؛
- پیاده کردن نقشهٔ فونداسیون روی زمین با دوربین نقشه‌برداری یا با استفاده از نقاط مبنا توسط مهندس نقشه‌بردار پروژه.

۱-۷-۲- انواع قالب‌های فونداسیون

۱-۷-۲-۱- قالب آجری

در ساختمان‌های کوچک می‌توان قالب فونداسیون‌ها و شناژها را با آجر ساخت.

۱-۷-۲-۱-۱- تمهیدات اجرای این نوع قالب‌ها

- قالب آجری به گونه‌ای اجرا شود که ایمنی و ایستایی لازم در بتن‌ریزی را داشته باشد.
- اضلاع قالب به هم کلاف گردند.
- دیوارهای قالب شاقولی باشند.
- دیوارهای قالب در یک تراز باشند.

• دیوارهای قالب با پشت‌بندهای مناسب مهار شوند (می‌توان پشت دیوارها را با خاک نرم پر کرد).
• دیوارهای قالب قبل از بتن‌ریزی با پلاستیک یا سیمانکاری پوشانده شوند.
• ضخامت دیوار قالب آجری نباید از ۱۰ سانتی‌متر کمتر باشد.

شکل ۱-۱۶- قالب آجری

۱-۷-۲-۲- قالب چوبی و فلزی

این نوع قالب‌ها نسبت به قالب‌های آجری برتری دارند و در ساختمان‌های بلند و مهندسی‌ساز اجرا می‌شوند.

۱-۷-۲-۲-۱- تمهیدات اجرایی قالب‌های چوبی و فلزی

این دسته از قالب‌ها را می‌توان قبل یا بعد از اجرای بتن مگر و آرماتوربندی با رعایت نکات زیر اجرا نمود:
• درزبندی فاصلهٔ بین قطعات؛
• کلاف کردن اضلاع قالب به هم؛
• مهار اضلاع قالب با پشت‌بندهای مناسب؛
• آغشته کردن دیوارهای قالب قبل از بتن‌ریزی به روغن؛
• توجه به محل چالهٔ آسانسورها و تدابیر لازم جهت حفظ ابعاد چاله‌ها در قالب‌بندی فونداسیون‌ها و شناژها؛
• حفر چاه یا چاه‌ها پیش از قالب‌بندی (در صورت طراحی چاه یا چاه‌های تقویتی در زیر فونداسیون‌ها).

شکل ۱-۱۷- قالب چوبی

شکل ۱-۱۸- قالب فلزی

۱-۸- بتن مگر

بتن سبکی است که بستر خاک را برای آرماتوربندی یا آرماتورگذاری و بتن‌ریزی فونداسیون‌ها آماده می‌کند. در اصطلاح بتن لاغر یا بتن نظافت نیز نامیده می‌شود.

۱-۸-۱- تمهیدات لازم در اجرای بتن مگر

- قبل از اجرای بتن مگر، خاکِ بستر آن تمیز و مرطوب شود. با این عمل خاک بستر، آب بتن را جذب نمی‌کند.
- در صورتی که محاسب با توجه به نوع خاک بستر، شفتهٔ آهکی برای زیر بتن مگر پیشنهاد کرده باشد، در این حالت نیز بستر باید مرطوب بوده و سپس شفته آهکی با توجه به عیار داده شده اجرا شود.
- زمانی می‌توان بتن مگر را روی شفتهٔ آهکی اجرا کرد که شفتهٔ آهکی مقاومت لازم را کسب کرده باشد (هنگام راه رفتن روی شفته اثر کفش روی آن بجا نماند).
- معمولا عیار سیمان بتن مگر ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در مترمکعب می‌باشد. ضخامت آن نیز ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر خواهد بود.
- بتن مگر از شن و ماسه و سیمان ساخته می‌شود و نیازی به سنگ‌دانه ندارد.

۱-۹- آرماتوربندی فونداسیون‌ها و شناژها

آرماتوربندی فونداسیون‌ها و شناژها بعد از اجرا و خشک شدن بتن مگر آغاز می‌شود.
آرماتوبندی از امور تخصصی بوده و باید توسط نیروهای ماهر و صاحب صلاحیت اجرا شود.

۱-۹-۱- نکته‌های مهم در آرماتوربندی

- میلگردها تمیز بوده و به زنگ، رنگ، چربی و گردوخاک آلوده نباشند.
- میلگردهای طولی و میلگردهای عرضی، حداقل یک در میان توسط سیم آرماتوربندی به یکدیگر بسته شوند.
- شبکهٔ میلگردهای کف حداقل ۵ سانتی‌متر از بتن مگر فاصله داشته باشد. (با استفاده از بالشتک‌های بتنی یا پلاستیکی)
- شبکهٔ میلگردهای بالا حداقل ۵ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح تمام‌شدهٔ بتن فونداسیون اجرا شود.
- شبکه‌های بالا و پایین با سازهٔ مناسبی (خرک) به هم کلاف شوند.
- مطالب بالا در مورد میلگردهای شناژهای ارتباطی نیز رعایت شود.
- به جزئیات چالهٔ آسانسور و آرایش میلگردها در اطراف آن دقت شود.
- آرماتور فونداسیون‌های میله‌ای که در زیر بعضی از فونداسیون‌ها قرار دارند، در کارگاه آماده شده و قبل از آرماتوربندی فونداسیون‌ها، در محل تعیین شده قرار داده شوند.
- شبکهٔ آرماتورهای فونداسیون میله‌ای با سازه‌ای مناسب مهار شده (در هنگام بتن‌ریزی امکان جابجایی نداشته باشد) و حداقل ۵ سانتی‌متر از بدنهٔ چاه فاصله داشته باشد.
- آرماتورها به‌وسیلهٔ قیچی یا گیوتین بریده شوند، هرگز از هوابرش برای بریدن آرماتورها استفاده نشود.

- آرماتورها درحالت سرد خم شوند، آرماتورها تا قطر ۱۲ میلی‌متر به راحتی با آچار F خم می‌شوند. همچنین آرماتورهایی با قطر کمتر از ۲۵ میلی‌متر را می‌توان با آچار F خم نمود ولی این نوع آرماتورها جهت خم شدن به نیروی زیادی نیاز دارند. آرماتورهای با قطر بیش از ۲۵ میلی‌متر را می‌توان با دستگاه‌های مکانیکی که برای این منظور ساخته شده‌اند خم کرد.
- اگر ستون‌های پروژه بتنی باشد، در هنگام آرماتوربندی فونداسیون‌ها، آرماتورهای انتظار ستون‌ها که وظیفهٔ اتصال ستون به فونداسیون را دارند، اجرا شوند.

این آرماتورها با خم ۹۰° تا شبکهٔ تحتانی میلگردهای شالوده ادامه داشته باشند.

همچنین اگر پروژه دارای دیوار برشی یا دیوار حائل باشد آرماتورهای انتظار آنها نیز دقیقاً مطابق جزئیات داده شده اجرا شوند.

جهت هم‌پتانسیل شدن همه تأسیسات الکتریکی موجود در سازه، هم‌بندی اجرا شود. در همبندی همه سازه‌های فلزی و الکتریکی (به جز مدار اصلی برق) توسط سیم‌های مسی به شبکه آرماتوربندی فونداسیون به زمین منتقل می‌شوند. در آخرین مرحله این اتصالات به الکترود زمین (چاه ارت) می‌رسد (شکل ۱-۱۹).

۱-۹-۲- کف‌ستون

اگر ستون‌های پروژه فلزی باشند، بعد از آرماتوربندی فونداسیون‌ها، صفحات کف ستون‌ها (بیس‌پلیت‌ها) توسط میل‌مهارها (با حدود ۵ سانتی‌متر فاصله) روی شبکهٔ بالایی آرماتوربندی فونداسیون‌ها قرار می‌گیرند.

۱-۹-۲-۱- تمهیداتی در اجرای کف‌ستون‌ها

- میل‌مهارهای کف‌ستون با سیم آرماتوربندی به شبکه‌های بالا و پایین فونداسیون بسته شوند.
- میل‌مهارها کاملاً شاقولی باشند.
- صفحات کف‌ستون کاملاً تراز بوده و کلیهٔ صفحات در یک تراز قرار داشته باشند.
- صفحات کف‌ستون‌ها در هنگام بتن‌ریزی ایستا باقی بمانند.
- یکی از روش‌های استقرار کف‌ستون‌ها، استفاده از دو مهره برای هر میل‌مهار است. یک مهره در زیر صفحه که وظیفهٔ تراز نمودن صفحه را دارد و مهره‌ای روی کف‌ستون که وظیفهٔ آن ثابت نگه داشتن صفحه است.
- میل‌مهارها حداقل ۱۰ سانتی‌متر از سطح کف‌ستون بالاتر اجرا شوند.
- قسمت رزوهٔ میل‌مهارها قبل از بتن‌ریزی با نوارهای مخصوص پوشیده گردند تا هنگام بتن‌ریزی رزوه‌ها تمیز و سالم باقی بمانند. (تا خارج کردن صفحات جهت پر کردن زیر کف‌ستون‌ها به سادگی میسر باشد)

• کف‌ستون‌ها بعد از گذشت ۲۴ ساعت از بتن‌ریزی برداشته شوند. این عمل جهت پر کردن فضای خالی بین کف‌ستون‌ها و فونداسیون‌ها (توسط گروت)، تراز نمودن هر کف‌ستون و هم تراز ساختن کلیه صفحات انجام می‌گیرد.

شکل ۱-۱۹- اجرای هم‌بندی

طبق مبحث ۱۳ مقررات ملّی ساختمان، یک همبندی اصلی باید کلیه قسمت‌های زیر را از نظر الکتریکی به یکدیگر وصل کند.

• لوله‌های اصلی فلزی آب
• لوله‌های گاز
• لوله‌های فلزی رایزرهای تأسیسات
• ریل‌های کابین و ریل‌های وزنه آسانسورها
• قسمت‌های اصلی فلزی ساختمان

۱-۱۰- بتن‌ریزی فونداسیون‌ها و شناژها

بتن‌ریزی فونداسیون‌ها و نگهداری آنها یکی دیگر از قسمت‌های مهم اجرای پروژه است. این قسمت از اجرا باید در حضور مجری و ناظر پروژه انجام گیرد.

چند نکته مهم

۱- کف قالب‌ها تمیز شده و مرطوب شود.
۲- سنگ‌دانه‌ها، نوع سیمان، عیار سیمان، اسلامپ بتن کاملاً کنترل شده و مطابقت آنها با طرح داده‌شده تأیید شود.
۳- به داخل میکسر آب افزوده نشود.
۴- دوغاب سیمانی که جهت مرطوب نمودن لوله‌های پمپ استفاده می‌شود، به داخل قالب‌ها تخلیه نشود.
۵- آب حاصل از شستشوی میکسرها به داخل قالب‌ها ریخته نشود.

۶- بتن‌ریزی در یک مرحله اجرا شود، در صورتی که این مهم میسر نشد، بتن به صورت عمودی قطع شود. زیرا اگر به شکل شیب‌دار قطع شود، در آن محل ترک برشی ایجاد می‌شود. بهترین محل قطع بتن در جایی است که مقدار تنش حداقل باشد، (این حالت بیشتر در فونداسیون‌های نواری رخ می‌دهد).
۷- بتن نباید زیر ستون یا نزدیک آن قطع شود.
۸- در محل پروژه از هر میکسر، نمونه‌ای جهت آزمایش تعیین مقاومت برداشته شود.
۹- نمونه‌ها در شرایط نگهداری بتن فونداسیون، نگهداری شوند. پس از کسب مقاومت (مدت زمان لازم در طرح داده می‌شود)، مقاومت نمونه‌های استاندارد در آزمایشگاه‌های مجاز تعیین شده و با مقاومت طرح مقایسه شود.
۱۰- بتن فونداسیون در چند مرحله ریخته شده و ویبره گردد. (بهتر است پس از ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر بتن‌ریزی، بتن ریخته‌شده توسط ویبراتور ویبره شود).
۱۱- در ویبره نمودن بتن توجه شود، دانه‌بندی بتن حفظ شده و شیرهٔ بتن در سطح بتن جمع نشود.
۱۲- هنگام بتن‌ریزی، میلگردها و کف قالب‌ها یخ زده نباشند.
۱۳- استفاده از ضدیخ استاندارد بتن برای کاهش زمان به‌عمل آمدن بتن مجاز می‌باشد.
۱۴- استفاده از مواد روان‌کنندهٔ استاندارد برای کاهش حجم آب بتن مجاز می‌باشد.
۱۵- در شرایط متعارف، بتن بعد از بتن‌ریزی حداقل ۴۸ ساعت مرطوب نگه داشته شود.

۱-۱۰-۱- بتن‌ریزی در هوای سرد

بتن‌ریزی در هوای سرد طبق تعریف مبحث ۹ (۱۳۹۹): بتن‌ریزی در هوای سرد به مواردی اطلاق می‌شود که بتن در دمای محیطی کمتر از ۵ درجه سلسیوس ریخته و نگهداری می‌شود.
باید توجه داشت در هوای سرد زمان گیرش بتن افزایش یافته و احتمال یخ‌زدگی آن وجود دارد.

۱-۱۰-۱-۱- تمهیدات لازم بتن‌ریزی در هوای سرد

- با عایق نمودن بتن از هدر رفتن حرارت و کاهش دمای آن جلوگیری شود.
- در صورت امکان از دستگاه‌های تولید حرارت، مانند بخاری، دمای بتن و اطراف آن گرم نگه داشته شود.
- از قرار گرفتن بتن در معرض باد و بارش یخ و برف جلوگیری شود. (با ایجاد مانع)
- در پروژه‌های کم متراژ، با محبوس نمودن بتن، از یخ‌زدگی آن جلوگیری شود. (با پوشاندن سطح بتن با الیاف مناسب)
- طبق آیین‌نامه بتن ایران (آبا): دمای یخ‌زدگی بتن حدود ۱°C- تا ۲°C- است که به نسبت آب به مواد سیمان و مواد افزودنی بستگی دارد. وقتی بتن در معرض دمای حدود ۵°C یا کمتر قرار می‌گیرد واکنش‌های مرتبط با گیرش و سخت شدن بتن در حد قابل توجهی کند می‌شود.

• جدول زمانی بتن‌ریزی در هوای سرد و گرم آیین‌نامهٔ بتن ایران **(آبا) و مبحث ۹ مقررات ملّی ساختمان** رعایت شود.

۱-۱۰-۲- بتن‌ریزی در هوای گرم

تعریف هوای گرم، هوایی است که دما بالا و رطوبت نسبی کم باشد. در دمای بالا و سرعت وزش باد، بتن قبل از رسیدن به مقاومت طرح، خشک شده، منقبض گشته و ترک برمی‌دارد. حتی‌الامکان دمای هوا در هنگام بتن‌ریزی و گیرش آن از ۳۲°C بیشتر نباشد.

۱-۱۰-۲-۱- تمهیدات لازم بتن‌ریزی در هوای گرم

رعایت موارد زیر باعث بالا رفتن مقاومت و کیفیت بتن در هوای گرم می‌شود.

• بتن در ساعات خنک روز ساخته و ریخته شود. (اوایل ساعات صبح یا هنگام شب)
• سیمان‌ها در معرض آفتاب نبوده و در سایه نگهداری شوند.
• سنگ‌دانه‌ها قبل از استفاده با پاشیدن آب خنک شوند.
• از ساختن بتن با آبی که دمای بالایی دارد، اجتناب شود.
• ماشین‌آلات بتن‌ریزی (میکسرها و پمپ‌ها) در معرض آفتاب مستقیم نباشند.
• طبق نشریه ۵۵ آب‌پاشی قالبها، آرماتورها و بستر محل بتن‌ریزی، با آب خنک، همزمان و قبل از بتن‌ریزی صورت پذیرد.
• بتن در اثر وزش باد یا قرار گرفتن در معرض نورخورشید ترک می‌خورد. برای جلوگیری از آن می‌توان با سایبان یا موانع دیگری بتن را محافظت نمود.
• بند ۹-۷-۵- مبحث نهم مقررات ملّی ساختمان برای عمل آمدن بتن کاملاً رعایت شود.
• مرطوب نگه داشتن بتن تا زمانی که مقاومت طرح حاصل شود، رعایت شود.

۱-۱۰-۳- توصیه‌هایی جهت بتن ساخته‌شده در محل پروژه

رعایت موارد زیر باعث افزایش کیفیت و مقاومت بتن‌های ساخته‌شده در محل کارگاه پروژه می‌شود:

• سنگ‌دانه‌ها جهت کاهش مقدار خاک رُس و گردوغبار شسته شوند.
• مقدار عناصر مخرب بتن مانند کلریدها، سولفات‌ها و دیگر املاح سنگ‌دانه‌ها کنترل شوند.
• انتخاب نوع سیمان و مواد افزودنی مناسب برای بتنی که ساخته خواهد شد.
• دمای مصالح و آب در صورت نیاز کاهش داده شوند.
• بتن بهتر است در نزدیک محلّی ساخته شود که در آن محل استفاده خواهد شد. این عمل از افت اسلامپ بتن جلوگیری می‌کند.

- سیمان و سنگ‌دانه‌های بتن در دمای هوای معمولی نگهداری شوند. (در هوای گرم زیر نور مستقیم آفتاب و در هوای سرد در مجاورت باد و برف قرار نداشته باشند)
- در شرایط متعارف، بتن پس از بتن‌ریزی حداقل ۴۸ ساعت مرطوب نگه داشته شود.
- در هوای گرم از سیمان‌های زودگیر با سرعت هیدراسیون بالا استفاده شود.
- از افزودن آب به مخلوط بتن که باعث کاهش مقاومت آن می‌شود، اجتناب شود.
- سطح بتن در طول روز همواره مرطوب بوده و غرق آب نگه داشته شود.

شکل ۱-۲۰- بتن‌ریزی

۱-۱۱- اجرای اسکلت

اجرای اسکلت ساختمان، پس از اجرای فونداسیون‌ها و کسب مقاومت لازم با رعایت محدودیت‌های زمانی آغاز می‌شود.

اسکلت ساختمان‌های ایران اغلب فلزی، بتنی و به ندرت با مصالح بنّایی (مسلح یا غیرمسلح) است.

در ادامه، مراحل اجرای انواع اسکلت‌ها بررسی می‌شود.

اولین گام در ساخت اسکلت فلزی، ساختن ستون‌های پروژه است.

ستون‌ها و دیگر اجزای اسکلت را می‌توان در محل پروژه یا در کارگاه‌های بیرون از آن ساخت و پس از آماده شدن روی فونداسیون‌ها نصب گردد.

۱-۱۱-۱- ساخت اسکلت در محل پروژه

برای ساخت اسکلت در محل پروژه باید ابتدا شاسی جوشکاری ساخته شود.

شاسی جوشکاری از تعدادی تیرهای طولی و عرضی تشکیل شده که در یک زمین هموار در محل پروژه ساخته می‌شود. تیرهای طولی در پایین قرار گرفته و تیرهای عرضی در بالای آنها قرار می‌گیرند.

این تیرها (طولی و عرضی) باید در دو جهت تراز بوده و مقاومت لازم برای تحمل وزن اجزای اسکلت را داشته باشند.

پس از آماده شدن شاسی، جوشکاری ستون‌ها با توجه به نوع پروفیل‌ها، طول، فاصله و تعداد پروفیل‌ها، نوع تسمه‌ها (در ستون‌هایی که از دو یا چند پروفیل تشکیل شده باشند)، فاصلهٔ تسمه‌ها، ابعاد و مشخصات تسمه‌های ابتدا و انتها، ابعاد و مشخصات تسمه‌های محل اتصال پل‌ها و تعداد هر تیپ ستون طبق نقشه اجرائی ساخته می‌شوند.

۱-۱۱-۲- مراحل ساخت ستون‌های فولادی با جوش قوس الکتریکی

پروفیل‌های ستون را باتوجه به تعداد، فاصله، طول و دیگر مشخصات مندرج در جزئیات اجرایی روی شاسی قرار داده و با جوش قوس الکتریکی مقطع مورد نظر طرح، به تعداد مشخص‌شده در پلان ستون‌گذاری، ساخته می‌شود.

۱-۱۱-۳- تمهیدات لازم در ساخت ستون‌ها

اگر ستون یا ستون‌های پروژه‌ای از چند پروفیل تشکیل شده باشد، این نوع ستون‌ها جزو ستون‌های مرکب می‌باشند.

انواع مختلف ستون‌های مرکب به شرح زیر می‌باشد:

- با نیمرخ‌های به هم چسبیده، با صفحات یا بدون صفحات تقویتی؛
- با نیمرخ‌های فاصله‌دار، با قیدهای موازی یا مورب، با صفحات یا بدون صفحات تقویتی؛
- با نیمرخ‌های فاصله‌دار، با صفحات فولادی یکسره.

علاوه بر انواع فوق، ستون‌هایی با سطح مقطع مربع یا مربع مستطیل با صفحات فولادی نیز طراحی و ساخته می‌شوند.

۱-۱۱-۴- ساخت ستون با پروفیل‌های به‌هم چسبیده

برای ساخت این‌گونه ستون‌ها، پروفیل‌ها با توجه به مقطع داده‌شده کنار هم قرار گرفته و مهار می‌شوند.

برای جلوگیری از کمانش ستون یا پروفیل‌ها، پروفیل‌ها در چند نقطه با جوش قوس الکتریکی به هم متصل می‌شوند. این عمل برای طرفین بال‌ها انجام می‌شود.

پس از اطمینان از تراز بودن ستون در دو جهت طولی و عرضی، پروفیل‌ها با جوش‌لب‌به‌لب در فواصل داده‌شده در طرح، به هم متصل می‌شوند.

مشخصات جوش شامل بعد، طول خط جوش، فاصله اکس تا اکس خط جوش‌ها، نوع الکترود، قطر الکترود و نوع جوش با جزئیات داده می‌شوند.

توجه ستون‌ها در اثر حرارت حاصل از جوش‌کاری میل به کمانه شدن دارند.

برای جلوگیری از این حالت، محل جوش‌کاری مرتباً از ابتدا به انتها و از طرفی به طرف دیگر تغییر داده شود.

۱-۱۱-۵- ساخت ستون با نیمرخ‌های فاصله‌دار

در این نوع ستون‌ها، فاصلهٔ نیمرخ‌ها، پلیت‌ها و تسمه‌ها باید دقیق و مطابق جزئیات داده‌شده باشد. برای تنظیم فاصلهٔ نیمرخ‌ها، تسمه‌هایی در ابتدا، انتها، و چند نقطهٔ میانی، در دو طرف ستون جوش داده می‌شود. با این عمل فاصله نیمرخ‌ها ثابت می‌ماند.

چند نکته اجرایی

- پروفیل‌ها فاقد رنگ، زنگ، چربی و دیگر آلودگی‌ها باشند.
- اگر ستون دارای تسمه‌های موازی باشد، ابعاد تسمه‌ها (طول، عرض و ضخامت) و فاصله اکس تا اکس آنها مطابق جزئیات داده‌شده باشد.
- اگر ستون دارای صفحات تقویتی باشد، ابعاد صفحات شامل طول، عرض و ضخامت دقیقاً مطابق جزئیات داده‌شده باشد.
- در این دسته از ستون‌ها به مشخصات صفحات محل اتصال پل‌ها به ستون‌ها توجه شود.
- ستون‌ها با صفحات فولادی، بهتر است در کارگاه‌های صنعتی که دارای تخصص لازم در این زمینه هستند، ساخته شوند.

چند نکته در مورد جوشکاری ستون‌ها

مهم‌ترین نکتهٔ اجرایی در ساخت ستون‌های مرکب، جوشکاری آنهاست. ذیلاً به چند مورد اشاره می‌شود:

- قطر و جنس روکش الکترودهای جوشکاری مطابق طرح داده‌شده باشد.
- از آمپر جوشکاری تعیین‌شده در طراحی استفاده شود.
- به جریان جوشکاری (جریان مستقیم DC، جریان متناوب AC) و ولتاژ آن توجه شود.
- جداول ۱-۱ و ۱-۲ تقریبی و تجربی می‌باشند، این جداول از مبحث ۹ مقررات ملّی ساختمان اخذ نشده است.

جدول ۱-۱- رابطه تقریبی بین شدت جریان، قطر الکترود، صفحات ورق و ولتاژ

قطر الکترود (mm)	ضخامت ورق (mm)	شدت جریان (A)	ولتاژ تقریبی (V)
۲/۲۵ – ۳/۲۵	۲-۴	۶۰-۱۰۰	۱۵-۱۷
۳/۲۵-۴۰	۴-۶	۱۰۰-۱۵۰	۱۷-۲۰
۴-۵	۶-۱۰	۱۵۰-۲۰۰	۲۰-۲۲
۵-۶	بزرگتر از ۱۰	۲۰۰-۴۰۰	۲۲

جدول ۱-۲- حداکثر مقدار شدت جریان در وضعیت‌های جوشکاری

وضعیت جوشکاری	حداکثر شدت جریان (A)
حالت تخت	۲۵۰
حالت افقی	۲۰۰
حالت قائم	۱۶۰
حالت بالاسری	۱۵۰

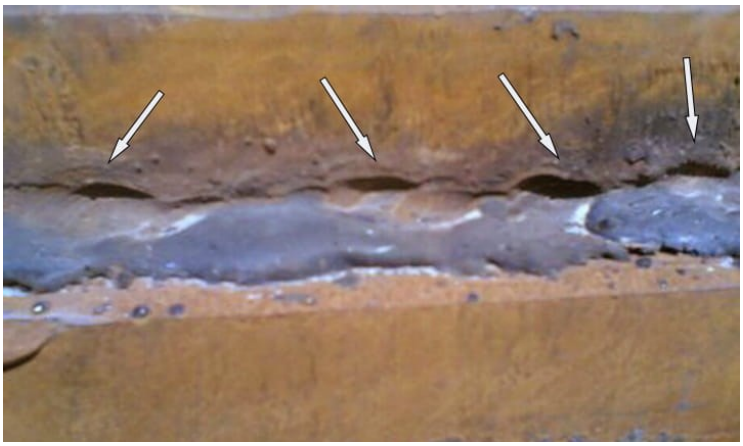
- جوشکاری‌ها با رکتیفایر مناسب انجام گیرد.
- خط جوش زنجیری، یکنواخت و پیوسته باشد.
- جوش نباید با آب خنک شود.
- برای جوشکاری مجدد روی خط جوش، گل‌جوش قبلی زدوده شود.
- استفاده از لوازم ایمنی مانند عینک یا نقاب جوشکاری، کلاه، کفش مخصوص، دستکش و پیش‌بند در هنگام جوشکاری اجباری می‌باشد.
- هنگام جوشکاری دمای سطح کار از ۱°C- بیشتر باشد.
- اگر جوشکاری در فضای بسته اجرا می‌شود، هوای کارگاه، با دستگاه تهویه مناسب سالم‌سازی شود.
- جوشکاری در هنگام وزش باد شدید، بارش باران و برف انجام نشود.
- سطح جوشکاری کاملاً خشک و تمیز باشد.
- جوشکاری در دمای کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد توأم با وزش باد اجرا نشود.
- در صورتی که وزش باد نباشد، می‌توان تا هوایی با دمای ۵- درجه سانتی‌گراد جوشکاری نمود.
- جوشکار پروژه‌های ساختمانی، مخصوصاً ستون‌ها و اسکلت از کارگران ماهر بوده و تجربه کافی در جوشکاری و استقرار قطعات اسکلت را داشته باشند.
- رعایت بندهای آیین‌نامهٔ جوش ایران توسط گروه جوشکار الزامی است.
- در مورد ساختمان‌هایی که تست جوش اجباری اعلام شده باشد، این مهم انجام گیرد.
- تست جوش در صورتی که ناظر پروژه درخواست کرده باشد، انجام شود.
- جوش فاقد معایبی باشد که در بند ۱-۱۱-۶ به آنها اشاره شده است.

۱-۱۱-۶- آشنایی با عیوب اساسی جوش

عیوب جوش الکتریکی را می‌توان به شرح زیر دسته‌بندی کرد:

بریدگی کناره جوش: اگر یک ناپیوستگی، غیریکنواختی در خط جوش یا لبهٔ فلز پایه رخ دهد، به این عیب بریدگی کناره جوش گفته می‌شود. عامل یا عواملّی که سبب رخ دادن این پدیده می‌شوند، عبارتند از:

- آمپر بالا؛
- طول قوس بالا؛
- سرعت بالای دست جوشکار؛
- وجود سرباره زیاد؛
- بالا بودن حرکت موجی دست جوشکار؛
- زاویه نامناسب الکترود.



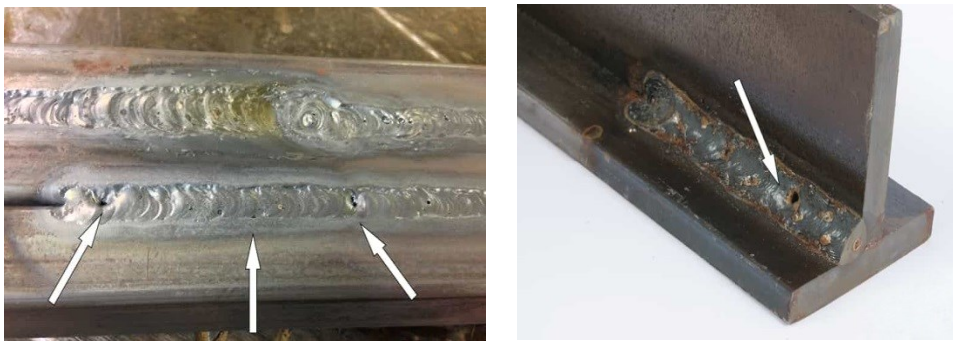
شکل ۱-۲۱- بریدگی کناره جوش

تخلخل جوش: اگر در سطح جوش حفره یا حفره‌هایی ایجاد شود، به این پدیده تخلخل جوش گفته می‌شود. این عیب به دلایل زیر رخ می‌دهد:

- آلوده بودن سطح فلز پایه؛
- استفاده از الکترود نامناسب؛
- عدم محافظت گازی برای سرد شدن جوش؛
- وجود مقادیر زیاد فسفر یا گوگرد در فلز جوش‌شونده؛
- کافی نبودن زمان برای فعل و انفعالات متالورژی حوضچهٔ جوش.

ذوب ناقص یا نفوذ ناقص: یکی دیگر از عیوب جوش عدم اتصال فلز جوش و فلز پایه است، به این نقص، ذوب ناقص گفته می‌شود. عوامل رخ دادن ذوب ناقص به شرح زیر است:

- کافی نبودن طول الکترود؛
- آمپر نامناسب جوش‌کاری؛
- سرعت بالای حرکت دست جوشکار؛
- آلودگی سطح فلز.

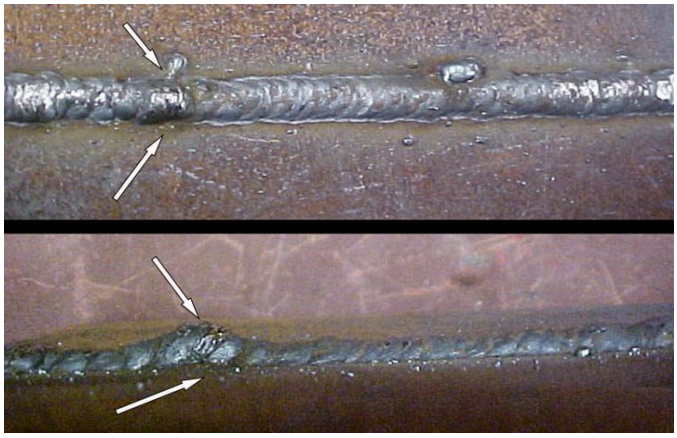


شکل ۱-۲۲- تخلخل جوش

آخال: محبوس شدن ذرات غیرفلزی در حوضچهٔ جوش.

علل رخ دادن:

- حذف نکردن گل‌جوش پاس‌های قبلی؛
- انتخاب آمپر نامناسب برای جوشکاری؛
- داخل شدن ذرات پوستهٔ الکترود به حوضچهٔ جوش؛
- وارد شدن ذرات معلق در هوا به حوضچهٔ جوش.



شکل ۱-۲۳- آخال ایجادی در جوش

سوختگی کناره جوش: به وجود آمدن شیاری در فلز پایه در مجاورت خط جوش

این عیب در اثر عوامل زیر رخ می‌دهد:

- اجرای جوشکاری با آمپر بالا؛
- زیاد بودن طول قوس الکتریکی (فاصله الکترود تا صفحه)؛
- انجام جوشکاری با الکترود کم‌قطر؛
- سرعت زیاد دست جوشکار در هنگام جوشکاری.

سررفتن یا روی هم افتادگی جوش: به این عیب جاری شدن فلز جوش مذاب نیز گفته می‌شود. عواملّی که باعث رخ دادن این عیب می‌شوند عبارتند از:

- بالا بودن سرعت دست جوشکار هنگام جوشکاری؛
- زاویه نامناسب الکترود؛
- زیاد بودن قطر الکترود؛
- انتخاب آمپر نامناسب برای جوشکاری.

ترک گرم: این عیب بیشتر در هنگام جوش‌کاری یا حین انجماد فلز جوش رخ می‌دهد.

علل به‌وجود آمدن این عیب عبارتنداز:

- وجود عناصر فلزی مضر در فلز مبنا؛
- انتخاب قوس الکتریکی نامناسب.

شکل ۱-۲۴- ترک در جوش

انحنا در جوش‌کاری: این عیب در اثر انبساط و انقباض فلز پایه رخ می‌دهد.

عوامل رخ دادن این عیب عبارتند از:

- جوشکاری با قوس الکتریکی با حرارت بالا؛
- مهار نادرست و غیراصولی قطعات؛
- خواص شیمیایی نامناسب صفحات فلزی با توجه به نوع جوشکاری.

۱-۱۱-۷- اجرای تکیه‌گاه تیرهای اصلی اسکلت بر روی ستون‌ها

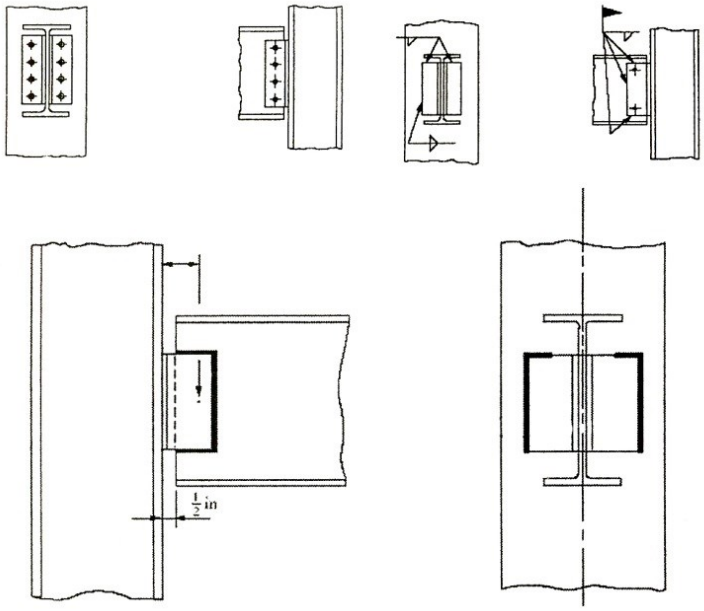
پس از تکمیل جوشکاری ستون‌ها، زیرساخت‌های تکیه‌گاه‌های تیرهای اصلی بر روی آن‌ها اجرا می‌شود. این زیرساخت‌ها بستگی به نوع اتصال تیر اصلی به ستون دارد.

۱-۱۱-۸- انواع اتصالات تیر اصلی به ستون

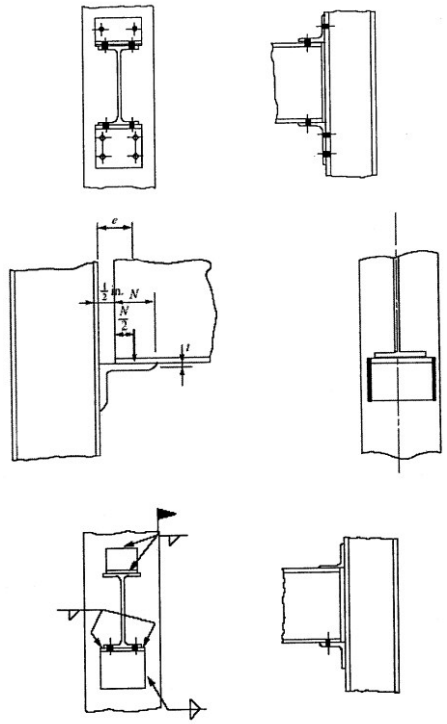
۱-۱۱-۸-۱- اتصال مفصلی یا ساده

در این اتصال نبشی‌های زیرسری پل‌های اصلی به ستون جوش داده می‌شوند:

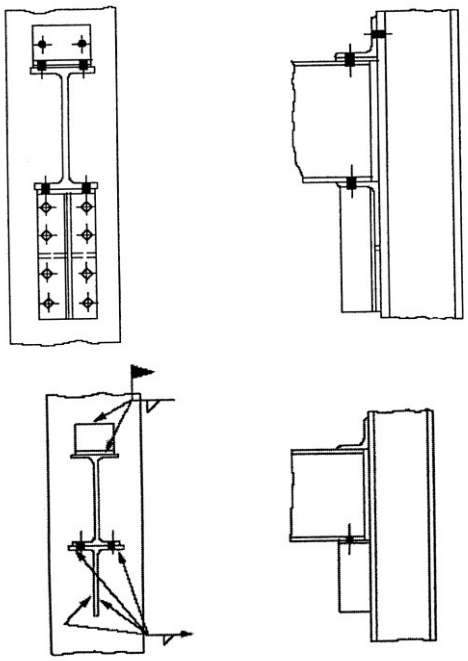
باتوجه به جزئیات داده‌شده، ممکن است نبشی‌های زیرسری، دارای صفحات تقویتی باشند (تکمیل اتصال پس از استقرار اسکلت خواهد بود).



شکل ۱-۲۵- اتصال ساده تیر به ستون با نبشی جان



شکل ۱-۲۶- اتصال ساده تیر به ستون با نبشی نشیمن انعطاف‌پذیر

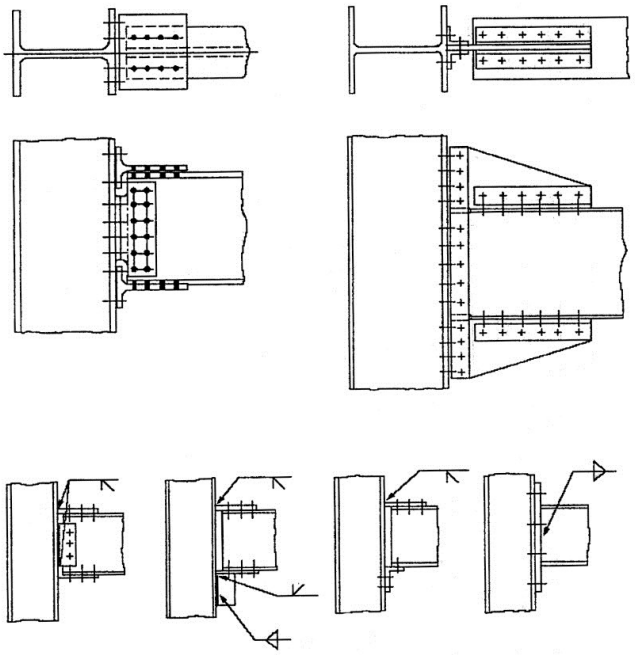


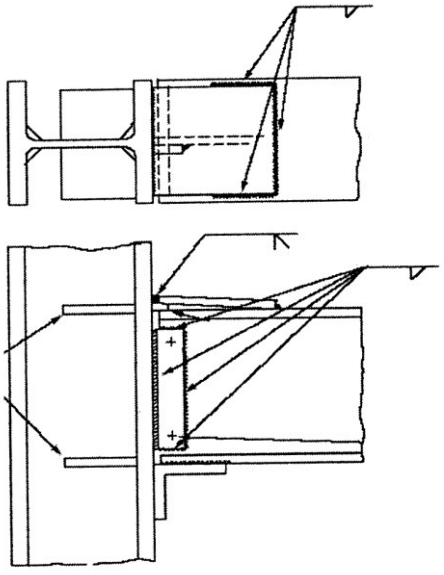
شکل ۱-۲۷- اتصال ساده تیر به ستون با نبشی نشیمن تقویت‌شده

۱-۱۱-۸-۲- اتصال صلب یا گیردار

۱-۱۱-۸-۲-۱- اتصال صلب با صفحات زیرسری و صفحات روی بال فوقانی تیر

در این نوع اتصال تیرهای اصلی بر روی صفحاتی موسوم به صفحات زیرسری، قرار می‌گیرند. بنابراین صفحات زیرسری، در ارتفاع‌های داده‌شده به ستون‌ها جوش داده می‌شوند. (تکمیل اتصال شامل صفحات روی بال بالایی، صفحات جان و صفحات تقویتی ارائه‌شده در دتایل‌ها پس از استقرار اسکلت اجرا خواهند شد).





شکل ۱-۲۸- اتصال صلب تیر به ستون

۱-۱۱-۸-۳- اتصال فلنجی

این اتصال از نوع اتصال خمشی گیردار است. در این نوع اتصال تیرهای اصلی بر روی صفحات فلنجی سوراخ‌دار (جهت عبور پیچ) قرار می‌گیرند. بنابراین ابتدا باید صفحات زیرسری فلنجی مطابق جزئیات داده‌شده به ستون‌ها متصل گردند. (تکمیل اتصال پس از استقرار اسکلت خواهد بود.)

شکل ۱-۲۹- اتصال فلنجی

۱-۱۱-۸-۴- اتصال نیمه‌گیردار

اجرای این اتصال مشابه اتصال مفصلی بوده و با توجه به جزئیات داده‌شده نبشی زیرسری پل‌ها، بر روی ستون‌ها اجرا شده و تکمیل اتصال نیز پس از استقرار اسکلت خواهد بود.

نکته	در گذشته متداول‌ترین اتصال پل به ستون در ساختمان‌های اسکلت فلزی، اتصال خورجینی بود. در این نوع اتصال تیرهای باربر از طرفین ستون به صورت یکسره عبور کرده و با نبشی‌های بال‌های بالا و پایین، پل به ستون‌ها متصل می‌شود.

اجرای این نوع اتصال به دلیل ابهام در رفتارشان در قبال بارهای جانبی منع شده است. پیچیدگی عملکرد اتصال خورجینی هنگامی تشدید می‌شود که تیرهای دو طرف ستون دهانه‌های نامساوی را پوشش داده باشند. در حالت اخیر بارهای وارد بر طرفین ستون نامساوی بوده و در نتیجه لنگر خمشی نامتقارن در اتصال رخ می‌دهد.

۱-۱۱-۹- اجرای صفحات اتصال بادبندها به ستون

اگر در طراحی اسکلت، بادبند فلزی پیش‌بینی شده باشد، بهتر است صفحات اتصال بادبندها به تیرها و ستون‌ها در روی زمین اجرا شوند. در این حالت صفحات با جوش تخت به ستون‌ها متصل می‌شوند.

چند نکته

۱- صفحات اتصال باید کاملاً گونیا باشند.

۲- در ستون‌های تک‌نیمرخی، صفحات بادبند در امتداد جان نیمرخ ستون قرار گیرند. در مورد ستون‌های مرکب، صفحات بادبند در اکس مقطع ستون قرار گیرند.

۱-۱۱-۱۰- آماده‌سازی صفحات کف‌ستون (بیس‌پلیت‌ها) جهت استقرار ستون‌ها

برای استقرار ستون‌ها برروی کف‌ستون‌ها، می‌توان تعدادی از نبشی‌ها و براکت‌های اتصال را قبل از استقرار ستون‌ها، روی کف‌ستون‌ها قرار داده و جوش موقت نمود.

۱-۱۱-۱۰-۱- روش اجرا

شابلونی به طول حداقل ۷۰ سانتی‌متر با مشخصات و مختصات هر تیپ ستون ساخته می‌شود. شابلون‌های ساخته‌شده را روی کف‌ستون‌های ستون مربوطه قرار داده، مطابق جزئیات داده‌شده، حداقل دو نبشی یا براکت به کف‌ستون جوش داده می‌شود (در دو جهت مخالف).

این عمل باعث سهولت در استقرار ستون‌ها روی کف‌ستون‌ها می‌شود. همچنین شاقولی کردن ستون نیز آسان‌تر می‌گردد.

۱-۱۱-۱۱- آماده کردن تیرهای اسکلت پروژه

در ساختمان اسکلت فلزی، باتوجه به نوع پوشش سقف‌ها، تعدادی تیرفولادی به شرح زیر وجود خواهد داشت:

- **تیرهای پوشش:** بار سقف مستقیماً به تیرهای پوشش یا تیرچه‌ها وارد می‌شود.
- **تیرهای اصلی:** این تیرها بار تیرهای پوشش را اخذ کرده و به ستون‌ها انتقال می‌دهند.

مقاطع این تیرها ممکن است تک نیمرخی یا چند نیمرخی بوده و از نیمرخ‌های IPE ، INP و UNP یا لانه‌زنبوری طراحی شده باشند.

از دیگر مقاطع تیرهای اصلی می‌توان تیرورق‌ها را نام برد.

پس از اتمام جوش‌کاری ستون‌ها و تکمیل محل اتصال پل‌های پروژه روی آن‌ها، تیرهای پوشش و تیرهای اصلی پروژه را باید با توجه به جزئیات ارائه‌شده، روی شاسی جوش‌کاری، ساخته و دسته‌بندی کرده تا پس از استقرار ستون‌ها نصب شوند.

۱-۱۱-۱۲- نصب اسکلت فلزی

پس از ساخت ستون‌ها و تیرهای پروژه، ستون‌ها به کمک جرثقیل بر روی کف‌ستون‌ها قرارداده می‌شود. سپس اتصال ستون‌ها به کف‌ستون‌ها تکمیل می‌گردد.

در استقرار اسکلت به نکات زیر توجه شود:

- انتخاب جرثقیل مناسب با در نظر گرفتن وزن و طول ستون؛
- انتخاب مکان مناسب برای پارک جرثقیل به طوری که خاک آن محل خاک دست‌ریز نبوده و مقاومت لازم برای تحمل وزن جرثقیل و وزن سنگین‌ترین عضو اسکلت را داشته باشد؛
- رعایت حداقل ۲ متر فاصلهٔ محل استقرار جرثقیل از لبهٔ گود؛
- توجه به محل عبور تأسیسات شهری زیرزمینی به طوری که جرثقیل بر روی این تأسیسات پارک نشود؛
- توجه به شبکه برق شهری به طوری که بازوی جرثقیل به شبکه برخورد نکند.

۱-۱۱-۱۲-۱- نصب ستون‌ها

نصب ستون‌ها شروع اجرای اسکلت بوده که از اهمیت بالایی برخوردار است. معمولاً ستون‌های انتهایی پروژه که دورترین فاصله را تا جرثقیل دارند ابتدا نصب می‌شوند. ولی باید توجه داشت اپراتورهای جرثقیل تجربهٔ کافی در انتخاب ترتیب نصب اجزاء اسکلت را دارند.

نکات مهم در نصب ستون‌ها

- اتصال پای ستون‌ها بلافاصله پس از قرار گرفتن ستون‌ها بر روی کف‌ستون‌ها تکمیل شود. قبل از جدا شدن ستون از جرثقیل لازم است جوشکاری دیگر براکت‌ها و نبشی‌های اتصال ستون به کف‌ستون تکمیل شوند.
- ستون‌ها، حداقل در یکی از طبقات میانی توسط کش‌ها به هم متصل شوند (جهت ایستا نمودن آنها در قبال باد و طوفان)
- در تکمیل جوش‌کاری پای ستون‌ها به شاقولی بودن ستون در دو جهت توجه شود.
- اگر ستونی درجهتی شاقولی نباشد، با ذوب کردن لبهٔ پروفیل ستون در جهت مخالف به مقدار لازم، ستون شاقولی می‌شود.
- در استقرار ستون‌های مجاور ساختمان‌های مجاور، اجرای درز انقطاع داده‌شده در جزئیات محاسباتی (دتایل‌ها) رعایت شود.

۱-۱۱-۱۲-۲- نصب تیرهای سقف

پس از استقرار ستون‌ها، تیرهای سقف نصب خواهند شد. در یک ساختمان اسکلت فلزی، با توجه به نوع سقف‌ها و پوشش آن‌ها، تعدادی تیر فولادی وجود خواهد داشت.

از انواع تیرهایی که ذیلاً به آن‌ها اشاره می‌شود ممکن است یک یا چند نوع آن‌ها در یک پروژه اسکلت فلزی وجود داشته باشند:

- **تیرچه‌ها یا تیرهای فرعی:** تیرهایی هستند که بار سقف مستقیماً به آنها وارد می‌شود. این تیرها پس از اخذ بار سقف، آن را به تیرهای اصلی منتقل می‌کنند.
- **تیرهای اصلی (پل‌ها یا شاه‌تیرها):** این تیرها بار اخذشده از تیرچه‌ها را تحمل کرده و به ستون‌ها منتقل می‌کنند.
- مقاطع این تیرها ممکن است تیرهای UNP، IPE ، INP و یا IPB باشند. در بعضی از پروژه‌ها به صورت‌های مختلف مانند تک نیمرخی، چند نیمرخی، لانه‌زنبوری و یا تیرورق مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- **نعل درگاه‌ها:** تیرهایی هستند که روی بازشوها مثل درها و پنجره‌ها قرار گرفته و بار مصالح بالای خود را تحمل کرده و به تکیه‌گاه‌ها منتقل می‌کنند.
- **کش‌ها:** تیرهایی هستند که در محدودهٔ پیرامونی اسکلت قرار می‌گیرند تا وزن دیوارهای خارجی را تحمل کرده و به تکیه‌گاه‌های خود که اغلب ستون‌ها هستند، منتقل کنند. این تیرها باعث انسجام اسکلت می‌شوند. با اتصال آن‌ها به ستون‌ها کلیهٔ اعضای اسکلت به هم متصل خواهند شد.
- **لاپه‌ها:** نیمرخ‌هایی هستند با مقطع Z شکل که برای پوشش سقف‌های سبک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱-۱۱-۱۲-۲-۱- ترتیب نصب تیرهای سقف

ابتدا تیرهای اصلی سقف‌ها نصب می‌گردند. بعد از نصب تیرهای اصلی و تکمیل جوش تکیه‌گاه‌های آن‌ها که اغلب ستون‌های پروژه هستند تیرهای پوشش یا تیرچه‌ها و کش‌ها نصب می‌شوند.

نکته می‌توان پل‌ها، تیرهای پوشش و کش‌های طبقات را به صورت یکپارچه در روی شاسی زمینی ساخته سپس با جرثقیل به ستون‌های طبقات متصل نمود.

۱-۱۱-۱۳- سقف‌های پروژه

اجرای سقف‌ها پس از نصب کلیهٔ اعضای اسکلت و تکمیل جوش‌کاری‌های اتصال‌ها آغاز می‌شود.

ذیلاً انواع سقف‌هایی که در پروژه‌های اسکلت فلزی ممکن است وجود داشته باشند را شرح داده و به روش اجرای آن‌ها اشاره‌ای خواهد شد.

۱-۱۱-۱۳-۱- سقف‌های طاق ضربی

استفاده از این نوع سقف‌ها مورد تایید آیین‌نامه‌های ساختمانی نیست، از این رو اجرای آن بررسی نمی‌شود.

۱-۱۱-۱۳-۲- سقف‌های تیرچه بلوک

تیرچه بلوک یکی از متداول‌ترین انواع سقف‌های سازه‌ای می‌باشد. اجزاء این سقف‌ها تشکیل می‌شود از تیرچه‌های فولادی یا بتنی که روی تیرهای اصلی قرار می‌گیرند. سپس بلوکه‌های سیمانی یا سفالی و یا پلی استایرنی بین تیرچه‌های اجرا شده چیده شده و درزگیری می‌شود. پس از آن میل‌گردهای حرارتی با مشخصات داده شده در جزئیات محاسباتی بر روی بلوک‌ها قرار می‌گیرند (توجه شود بین میل‌گردهای حرارتی با بلوک‌ها دو سانتی‌متر فاصله باشد).

پس از اجرای موارد فوق سقف آماده بتن‌ریزی است.

۱-۱۱-۱۳-۳- سقف کامپوزیت

این نوع سقف که در ساختمان‌های اسکلت فلزی اجرا می‌شود یکی دیگر از سقف‌ها سازه‌ای بوده که عملکرد آن در قبال نیروهای جانبی وارد بر سازه عالی است.

نحوهٔ اجرا: پس از استقرار ستون‌ها و نصب تیرهای اصلی، تیرچه‌ها را با توجه به نمرهٔ نیمرخ‌ها و فاصلهٔ آنها (با توجه به جزئیات داده‌شده) به روی تیرهای اصلی قرار داده و جوش‌کاری محل اتصال تیرچه‌ها به تیرهای اصلی تکمیل شده، سپس قالب‌بندی سقف آغاز می‌شود.

قالب‌ها می‌توانند فلزی یا چوبی باشند. پس از تکمیل قالب‌ها آرماتورهای طولی و عرضی سقف مطابق جزئیات داده‌شده اجرا می‌شود و در این مقطع سقف آمادهٔ بتن‌ریزی خواهد بود.

در بعضی از این گونه سقف‌ها به جای قالب فلزی یا چوبی از صفحات بتن پیش‌ساختهٔ سبک و یا ورق‌های اکوستیک استفاده می‌شود.

محاسبهٔ این‌گونه سقف‌ها گاهی همراه با شمع در زیر پل‌ها و تیرچه‌ها، گاهی همراه با شمع فقط زیر پل‌ها و گاهی بدون شمع طراحی می‌شود. لذا باید به جزئیات محاسباتی توجه شود.

نکته	بر روی بال فوقانی تمام تیرهای اصلی و تیرچه‌ها برش‌گیرها اجرا می‌شوند. طول و نمرهٔ برش‌گیرها، فاصله و نحوهٔ چیدمان آنها در جزئیات اجرایی داده می‌شود.

۱-۱۱-۱۳-۴- سقف با عرشهٔ فولادی

اجرای این‌گونه سقف‌ها همانند سقف‌های کامپوزیت بوده ولی به جای قالب‌بندی از ورق‌های فلزی گالوانیزه استفاده می‌شود. اجرای این نوع سقف‌ها چون سریع می‌باشد، مورد استقبال قرار گرفته است.

۱-۱۱-۱۳-۵- سقف‌های دال بتنی

این سقف‌ها بیشتر در ساختمان‌های اسکلت بتنی اجرا می‌شوند.

نحوهٔ اجرا: پس از اجرای ستون‌های هر طبقه قالب‌بندی سقف آن طبقه انجام می‌شود (قالب‌های چوبی یا فلزی).

قالب‌بندی شامل تیرهای اصلی سقف (پوترها) نیز می‌باشد. زیر قالب‌ها شمع‌بندی می‌شود (شمع‌های فلزی یا چوبی)، آنگاه آرماتورهای کف اجرا شده و آمادهٔ بتن‌ریزی می‌گردد.

انواع سقف‌های بررسی‌شده جزو متداول‌ترین سقف‌های اجرایی می‌باشند که جز سقف‌های دال بتنی بقیهٔ سقف‌ها اغلب در اسکلت فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

علاوه بر سقف‌های بررسی‌شده، انواع دیگری سقف در ساختمان‌های اسکلت فلزی وجود دارد اما به دلیل این‌که به‌ندرت اجرا می‌شوند، مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

۱-۱۱-۱۴- نیروهای جانبی وارده بر سازه

در طول عمر سازه نیروهای افقی گوناگونی مانند نیروهای حاصل از وزش و مکش باد، طوفان، زلزله، انفجار و تخریب ناگهانی ساختمان‌های مجاور به سازه وارد می‌شوند. این نیروها باید به‌وسیلهٔ سازهٔ مناسبی تحمل شده و به دیگر اجزای سازه که با همین هدف طراحی و ساخته شده‌اند، منتقل شوند؛ از جملهٔ این سازه‌ها می‌توان به بادبندها، دیوارهای برشی و اتصالات صلب اسکلت‌ها و همچنین دیوارهای برشی فلزی اشاره کرد.

۱-۱۱-۱۴-۱- اجرای بادبند

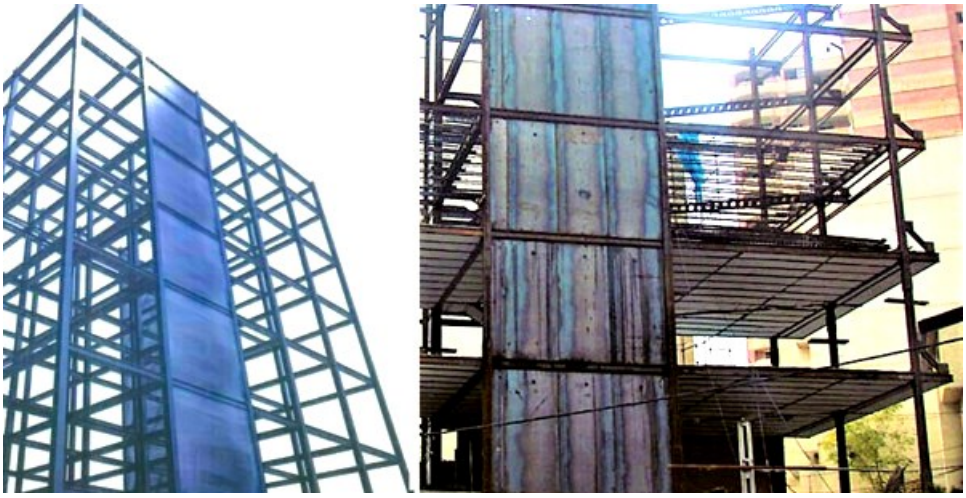
در طراحی و محاسبات مربوط به پروژه، برای تحمل نیروهای افقی وارده بر سازهٔ ساختمان، بادبند پیش‌بینی شده باشد، مراحل اجرایی آن به شرح زیر خواهد بود:

در بند (۱-۱۱-۹) اشاره شد، صفحات اتصال بادبندها به گره‌های قاب‌های اسکلت باتوجه به جزئیات ارائه‌شده جوش داده می‌شوند. سپس عناصر بادبند دقیقاً مطابق جزئیات محاسباتی داده‌شده آماده شده و به صفحات اجراشده در گره، با جوش قوس الکتریکی متصل می‌شوند.

بهتر است بادبندها و صفحات میانی آن‌ها را، در روی زمین آماده کرده و سپس به وسیله جرثقیل به قاب‌های مربوطه متصل نمود. توجه شود جوش‌های اتصال بادبند به صفحات در محل گره‌ها اغلب از نوع جوش سربالا است و اجرای آن نیاز به دقت و مهارت دارد.

۱-۱۱-۱۴-۲- دیوار برشی

در محاسبات سازه پروژه به جای بادبند دیوار برشی پیش‌بینی شده باشد، دیوار برشی هر قاب، مطابق جزئیات داده‌شده اجرا خواهد شد. این دیوارها می‌توانند بتنی یا فلزی باشند.



شکل ۱-۳۰- دیوار برشی بتنی

۱-۱۱-۱۴-۳- اتصالات صُلب

این نوع اتصال در بند ۱-۱۱-۸-۲ بررسی شد. در طراحی این اتصال علاوه بر نیروهای قائم واردشده بر سازه، نیروهای افقی نیز در محاسبات لحاظ می‌شوند. اجزاء اتصال در جزئیات محاسباتی داده می‌شوند.

شکل ۱-۳۱- اتصال صلب تیر به ستون

۱-۱۱-۱۵- اجرای دیگر اجزاء اسکلت

اجزای دیگر اسکلت عبارتند از: شمشیری پله‌ها، دستک‌های مربوط به پیش‌آمدگی‌ها و تیرهای پوشش خرپشته

۱-۱۱-۱۵-۱- اجرای اسکلت راه‌پله‌ها

اسکلت راه‌پله‌ها می‌تواند فلزی یا بتنی باشد:

۱-۱۱-۱۵-۱-۱- اجرای اسکلت فلزی پله‌های پروژه

شمشیری‌های رمپ‌های مختلف مطابق جزئیات داده‌شده ساخته شده و در محل‌های مشخص‌شده نصب می‌گردند.

نکته مهمی که در اجرا باید توجه داشت، چشم پله (فضای بین دو رمپ رفت و برگشت) است. عرض چشم پله در تمام طبقات یکسان بوده و پله‌های هر رمپ دقیقاً روی هم قرار گرفته باشند.

نحوهٔ اجرا: شمشیری‌های هر رمپ در محل خود قرار گرفته، با یک خال‌جوش، مهار می‌شوند (مهار موقت). سپس شمشیری‌های آخرین طبقه هر رمپ با توجه به عرض پله‌ها اجرا می‌شوند. پس از تکمیل شمشیری‌های بالاترین طبقه، از لبهٔ شمشیری مجاور چشم پلهٔ آن، وزنه‌ای آویخته می‌شود. ریسمان این وزنه حکم شاقول داشته و راهنمایی برای اجرای دیگر شمشیری‌های پله‌ها خواهد بود. در این مرحله باید شمشیری‌ها را تراز کرده و جوش‌کاری محل اتصال به تکیه‌گاه‌ها را کامل نمود.

شکل ۱-۳۲- نصب تیرهای راه پله (شمشیری)

۱-۱۱-۱۵-۱-۲- اسکلت بتنی پله‌های پروژه

سازهٔ پله‌ها بتنی باشد، اجرای آن در بند ۱-۱۱-۱۸-۶ بررسی شده است.

۱-۱۱-۱۶- اجرای کف پله‌ها

اجرای کف پله‌ها در قسمت نازک‌کاری طی بند ۲-۸ ارائه شده است.

۱-۱۱-۱۷- اجرای خرپشته

تیرریزی و اجرای سقف خرپشته همانند اجرای سقف طبقات می‌باشد.

۱-۱۱-۱۸- اجرای اسکلت بتنی

در ساختمان‌های اسکلت بتنی کلیهٔ اجزاء سازه‌ای مانند فونداسیون‌ها، شناژها، دیوارهای برشی، دیوارهای حائل (در صورت وجود)، ستون‌ها، سقف‌ها و اسکلت پله‌ها از بتن مسلح ساخته می‌شوند.

۱-۱۱-۱۸-۱- دیوار حائل

دیوار حائل نیز جهت مهار و نگهداری دیواره‌های گود اجرا می‌شود. دیوار حائل در پروژه‌هایی که طبقات منفی دارند توسط محاسب پروژه باتوجه به عوامل مختلف مانند محدودیت‌های آیین‌نامه‌ای، نوع خاک، شکل دانه‌بندی، میزان رطوبت و مقاومت آن پیشنهاد و طراحی می‌شود.

اجرای دیوارهای حائل شامل مراحل زیر است:

- آماده‌سازی بستر
- آمارتوربندی
- قالب‌بندی
- بتن‌ریزی

۱-۱۱-۱۸-۱-۱- آماده‌سازی بستر

بستر دیوارهای حائل باید کاملاً مسطح، متراکم و تمیز باشد.

توجه	اگر دیوار حائل مستقیماً با دیوارهٔ گود در تماس باشد، جهت جلوگیری از جذب شیرهٔ بتن توسط خاک، دیوارهٔ گود با پلاستیک پوشانده می‌شود.

۱-۱۱-۱۸-۱-۲- آرماتوربندی

آرماتوربندی دیوارهای حائل شامل آرماتورهای طولی و عرضی بوده که نمرهٔ میلگردها و نحوهٔ آرایش آنها با جزئیات کاملِ اجرایی داده می‌شود.

اگر دیوارهای حائل بر روی فونداسیون‌ها قرار داشته باشند در هنگام آرماتوربندی فونداسیون‌ها، آرماتورهای انتظار دیوارهای حائل اجرا می‌شود.

۱-۱۱-۱۸-۱-۳- قالب‌بندی دیوارهای حائل

قالب‌بندی دیوارهای حائل بعد از آرماتوربندی خواهد بود. قالب‌ها باید با استفاده از پشت‌بندهای افقی و مهارهای مورب کاملاً محکم شوند تا هنگام بتن‌ریزی و ویبره کردن، قالب‌ها ایستا باقی بمانند.

توجه	دیوارهای حائلی که روی فونداسیون‌ها بنا می‌شوند، اجرای آنها پس از کسب حداقل ۷۰٪ مقاومت بتن فونداسیون میسر خواهد بود.

اگر ستون‌های پروژه فولادی باشند، باید به جزئیات اجرایی داده‌شده توجه شود. در صورتی که ستون‌ها داخل دیوارهای حائل طراحی شده باشند، اجرای دیوار شامل آرماتوربندی، قالب‌بندی و بتن‌ریزی پس از استقرار ستون‌ها ممکن خواهد بود.

در این حالت آرماتورهای دیوار حائل از روی ستون عبور می‌کنند. در مورد ستون‌های انتهایی داخل دیوار حائل، آرماتورهای عرضی باید از ستون عبور کرده، انتهای آنها قلاب شده، پشت ستون ختم شوند.

اگر ستون‌های فولادی داخل دیوارها نباشند، در این حالت می‌توان دیوار حائل را به طوری اجرا نمود که فضای لازم جهت نصب ستون‌ها در نظر گرفته شود.

اگر ستون‌های پروژه بتنی باشند، به جزئیات آرایش آرماتورها در محل تلاقی دیوار و ستون توجه شود.

۱-۱۱-۱۸-۱-۴- بتن‌ریزی دیوار حائل

بتن‌ریزی دیوارهای حائل همانند بتن‌ریزی سایر قسمت‌های سازه بوده باید در چند مرحله ریخته شده و ویبره شود.

توجه	اگر دیوار حائلی در مجاورت دیواری قرار گیرد که نشست آب داشته باشد، لازم است قبل از اجرای آن زهکشی اجرا شود.

شکل ۱-۳۳- دیوار حائل

۱-۱۱-۱۸-۲- اجرای دیوار برشی

اجرای دیوار برشی دقیقا همانند اجرای دیوارهای حائلی است که روی فونداسیون‌ها قرار می‌گیرند. انتهای آرماتورهای ریشه (آرماتورهای انتظار) با خم ۹۰° به آرماتورهای تحتانی فونداسیون متصل می‌شوند. نمره، تعداد و طول این آرماتورها و چیدمان آن‌ها در جزئیات اجرایی ارائه می‌شوند.

پس از بتن‌ریزی فونداسیون‌ها و کسب حداقل ۷۰٪ مقاومت، اجرای دیوار برشی شامل آرماتوربندی، قالب‌بندی و بتن‌ریزی میسر خواهد شد.

۱-۱۱-۱۸-۲-۱- آرماتوربندی دیوار برشی

آرماتورهای عمودی دیوار برشی (ارائه‌شده در جزئیات اجرایی) به آرماتورهای انتظار متصل شده و محکم می‌گردند. سپس آرماتورهای عرضی و سنجاقک‌های مربوط به سقف بتنی به آرماتورهای طولی بسته می‌شوند.

توجه طول آرماتورهای طولی باید به گونه‌ای باشد که آرماتورهای انتظار طبقه بعد را تأمین کند.

تمهیدات لازم در مورد اجرای دیوار برشی در پروژه‌های اسکلت فلزی:

- آرماتورهای طولی دیوار برشی که روی کف‌ستون قرار می‌گیرند باید با خم ۹۰° و طول مناسب به آرماتورهای انتظار اجراشده متصل شوند.
- اگر دیوار برشی از ستون مجاورش عریض‌تر باشد، در این حالت میلگردهای عرضی دیوار برشی باید از ستون عبور کرده و انتهای آن‌ها بعد از ستون ۹۰° خم شوند. این عمل باعث درگیری لازم بین ستون و دیوار برشی می‌شود.
- تیرهایی که در دیوار برشی قرار می‌گیرند فاقد ضدزنگ، روغن و رنگ باشند.
- بال فوقانی این تیرها برش‌گیر داشته باشند.
- جهت جلوگیری از ایجاد خلل و فرج در بتن دیوار برشی می‌توان از مواد روان‌کننده استفاده نمود.
- نمونه‌گیری از بتن دیوار برشی جهت آزمایش مقاومت آن قویاً پیشنهاد می‌شود.
- بتن‌ریزی دیوارهای برشی می‌تواند همزمان با بتن‌ریزی سقف طبقه اجرا شود.
- میلگردهای انتظار دیوار برشی طبقه بالای هر طبقه باید کاملاً مطابق جزئیات داده‌شده اجرا شوند.
- ویبره نمودن دیوار برشی ضروری است. در صورتی که امکان ویبره نباشد، با چکش‌های پلاستیکی به قالب‌ها ضربه زده تا هوای داخل بتن و قالب تخلیه شود.

۱-۱۱-۱۸-۲-۲- قالب‌بندی (کفراژبندی) دیوار برشی

پس از اتمام آرماتوربندی دیوار برشی قالب‌بندی آن آغاز می‌شود. اگر قالب‌ها فلزی باشند، در دو طرف دیوار قالب‌ها با بست‌های مخصوص به هم بسته می‌شوند. با این عمل از شکم‌دادگی و خروج از حالت شاقولی قالب‌ها جلوگیری می‌شود. قالب‌ها با تعدادی پشت‌بند افقی که خود به وسیلهٔ اعضای مورب به کف‌ها متصل است، مهار می‌شوند.

اگر از قالب‌های چوبی استفاده می‌شود، قالب‌های دو طرف باید با استفاده از چهارتراش‌هایی به هم متصل شوند و مانند قالب‌های فلزی، با پشت‌بندهای افقی و اعضای شیب‌دار مهار گردند.

توجه	شبکهٔ آرماتورهای دیوار برشی نباید با قالب‌ها در تماس باشند، برای جلوگیری از این حالت، از قطعاتی که جهت ایجاد فاصله بین آرماتورها و قالب‌ها ساخته شده است، استفاده می‌شود.
چند نکته	۱- در سازه‌هایی با اسکلت بتنی، بهتر است آرماتوربندی، قالب‌بندی و بتن‌ریزی دیوارهای برشی همزمان با اجرای سقف‌ها، انجام گیرد. ۲- اگر در دیوار برشی بازشویی طراحی شده باشد، به آرایش آرماتورهای اطراف بازشو توجه شود. ۳- بتن دیوارهای برشی باید در چند مرحله ریخته شده و ویبره گردد. ۴- در قالب‌بندی دیوارهای برشی محیطی مجاور به دیگر ساختمان‌ها، ابتدا قالب‌های چوبی پشت دیوارها اجرا، پس از آرماتوربندی، قسمت جلوی قالب‌ها بسته می‌شود. قالب‌های پشت دیوارها، باید ضمن رعایت درز انقطاع بین دو ساختمان، توان تحمل بتن دیوار در هنگام بتن‌ریزی و ویبرهٔ آن را داشته باشد.

۱-۱۱-۱۸-۳- اجرای فونداسیون‌ها

اجرای فونداسیون شامل پی‌کنی، قالب‌بندی، اجرای بتن مگر و بتن‌ریزی می‌باشد که دقیقاً مطابق اجرای فونداسیون‌ها در پروژه‌های اسکلت فلزی است (در بند ۱-۷ بررسی شد).

در آرماتوربندی این فونداسیون‌ها به قطر، طول و تعداد میلگردهای انتظار مربوط به ستون‌ها، دیوارهای برشی و دیوارهای حائل توجه شود.

۱-۱۱-۱۸-۴- اجرای ستون‌ها

برای اجرای ستون‌ها، شبکهٔ میلگردهای ستون با توجه به شکل هندسی مقطع آن (مربع، مستطیل، دایره و یا چندضلعی) در محل کارگاه با رعایت جزئیات داده‌شده اجرا و پس از آماده شدن به محل استقرارشان منتقل می‌شود.

برای استقرار شبکه آرماتوری، از میلگردهای انتظاری که هنگام اجرای فونداسیون پیش‌بینی شده است، جهت ایستایی شبکه استفاده می‌شود. پس از استقرار آرماتورها، قالب‌بندی و بتن‌ریزی ستون‌ها شروع می‌شوند.

توجه	در اجرای ستون‌های هر طبقه آرماتورهای انتظار ستون طبقه بعد لحاظ گردد.

۱-۱۱-۱۸-۵- اجرای تیرها و سقف‌ها

کلیهٔ مشخصات مربوط به تیرها شامل شکل مقطع، تعداد میلگردها، آرایش میلگردها، میلگردهای تقویتی، تعداد خاموت‌ها و محل فشردگی آن‌ها، در جزئیات اجرایی داده شده‌اند باید کاملاً رعایت شوند. مراحل اجرای تیرها و سقف‌های بتنی به ترتیب قالب‌بندی، آرماتورگذاری و بتن‌ریزی است.

تمهیدات اجرائی تیرها و سقف‌های بتنی:

- قالب تیرها و سقف‌های بتنی اغلب فلزی یا چوبی است.
- قالب‌بندی تیرهای اصلی، سقف‌ها و پله‌های هر طبقه مطابق جزئیات داده‌شده اجرا گشته، سپس آرماتوربندی و آرماتورگذاری آن‌ها انجام می‌شود.
- قالب‌ها باید توانایی تحمل وزن بتن و نیروی حاصل از ویبره نمودن را دارا باشند.
- آرماتورها باید تمیز، فاقد روغن، زنگ و رنگ باشند.
- اگر ضخامت تیر یا تیرهای اصلی از ضخامت سقف طبقه‌ای بیشتر باشد، به قرار گرفتن محل مازاد ارتفاع تیر، مندرج در جزئیات اجرایی توجه شود.
- به هم‌بندی میلگردهای تیرهای اصلی و سقف طبقه توجه شود.
- در سقف‌های بتنی پیش‌ساخته، نیاز به قالب‌بندی نیست. در این‌گونه سقف‌ها دال‌های بتنی موردنیاز با عرض حدود یک متر و طول دهانه (فاصله بین دو تیر اصلی) در کارخانه‌های بتن‌سازی ساخته شده و پس از کسب مقاومت طرح، به کارگاه منتقل شده و توسط جرثقیل بر روی تکیه‌گاه‌ها (تیرهای اصلی) قرار داده می‌شوند.
- به جزئیات شمع‌گذاری زیر سقف طبقه و تیرهای اصلی آن توجه شود.

۱-۱۱-۱۸-۶- بتن‌ریزی سقف‌ها، دیوارهای برشی، تیرهای اصلی و راه‌پله‌ها

می‌توان بتن‌ریزی سقف را همراه با تیرهای اصلی، دیوارهای برشی طبقه زیر و رمپ پله‌های زیرین آن طبقه هم‌زمان انجام داد. بتن ریخته‌شده حداقل ۴۸ ساعت مرطوب نگه داشته شود.

۱-۱۱-۱۸-۷- باز کردن قالب‌ها (دکفراژ)

زمان بازکردن قالب‌ها، بستگی به نوع سیمان و دمای محیط دارد. اگر سیمان به کاررفته در بتن از نوع سیمان پوزولانی باشد، زمان بازکردن قالب‌ها طولانی‌تر خواهد بود.

به طورکلی قالب یک قطعهٔ بتنی، وقتی باید باز شود که قطعه بتواند وزن و شکل مقطع خود را حفظ نماید. هم‌چنین زمانی می‌توان قالب‌ها را باز کرد که بتن به مقاومت طرح رسیده باشد و قادر به تحمل بار وارده بوده و تغییر شکل قطعهٔ بتنی در اثر باز کردن قالب از تغییر شکل مجاز بیشتر نباشد.

درصورتی که زمانی برای باز کردن قالب‌ها ارائه نشده باشد، جدول زیر راهنمایی خواهد بود برای باز کردن قالب قطعات بتنی:

جدول ۱-۳- حداقل زمان لازم برای باز کردن قالب قطعات بتنی*

نوع قالب / دما محیط		۲۴ و بیشتر	۱۶	۸	۰
قالب‌های قائم به ساعت		۹	۱۲	۱۸	۳۰
دال‌ها	قالب‌زیرین به شبانه‌روز	۳	۴	۶	۱۰
	پایه‌های اطمینان به شبانه‌روز	۷	۱۰	۱۵	۲۵
تیرها	قالب زیرین به شبانه‌روز	۷	۱۰	۱۵	۲۵
	پایه‌های اطمینان به شبانه‌روز	۱۰	۱۴	۲۱	۳۶

* جدول شماره ۹-۹-۲- مبحث ۹ مقررات ملّی ساختمان

زمان‌های داده‌شده در جدول فوق برای سیمان پرتلند نوع ۱ (معمولی) می‌باشد. در صورتی که از سیمان پرتلند نوع ۲ یا ۵ یا از افزودنی‌های کندگیر استفاده شود. این زمان‌ها باید افزایش یابند. هم‌چنین اگر به بتن افزودنی‌های زودگیر اضافه شود زمان‌های جدول فوق را می‌توان کاهش داد. میزان کاهش بستگی به نوع ماده زودگیر دارد که اغلب توسط شرکت سازندهٔ آن اعلام می‌شود.

توجه اگر در ضمن سخت شدن بتن دمای محیط به صفر و کمتر از آن برسد، زمان‌های مندرج در جدول فوق را باید افزایش داد.

۱-۱۲- کرسی‌چینی

بعد از اجرای اسکلت پروژه، اولین گام بنّایی، اجرای کرسی‌چینی است.

کرسی‌چینی‌ها، سازه‌های آجری یا بلوکی هستند که دیوارهای محیطی و میانی روی آن‌ها بنا می‌شوند.

یکی از وظایف کرسی‌چینی‌ها، ایجاد بستری تراز جهت اجرای عایق رطوبتی زیر دیوارهای پروژه می‌باشد.

۱-۱۲-۱- مراحل اجرا

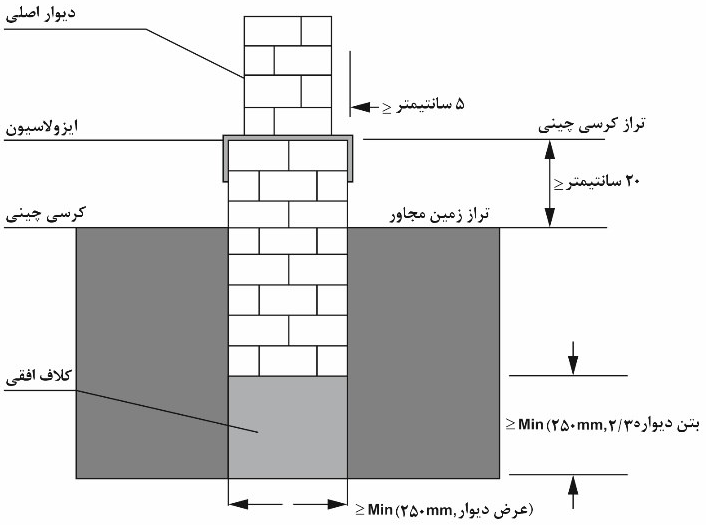
کرسی‌چینی آجری که معمولا با آجر گری و ملات ماسه سیمان ۳-۱ (یک کیل سیمان و سه کیل ماسه) ساخته می‌شود.

۱-۱۲-۲- ابعاد کرسی‌چینی

عرض کرسی‌چینی حداقل ۱۰ سانتی‌متر بیشتر از عرض دیواری است که روی آن قرار خواهد گرفت. ارتفاع آن‌ها از روی فونداسیون یا شناژ حداقل ۲۰ سانتی‌متر بالاتر از کف تمام شده پایین‌ترین طبقه ساختمان خواهد بود. کرسی‌چینی دیوارهای هم‌تراز همگی باید در یک تراز باشند.

۱-۱۲-۳- عایق رطوبتی کرسی‌چینی‌ها

دیواره و سطح تمام‌شدهٔ کرسی‌چینی با دو لایه قیرگونی یا ایزوگام ایزوله رطوبتی می‌شوند. برای این منظور دیواره و سطح تمام‌شدهٔ کرسی‌چینی، آستر ماسه‌سیمان شده و با تخته ماله صاف و یکنواخت می‌گردد. آستر ماسه‌سیمان نباید صیقلی گردد.



شکل ۱-۳۴- کرسی‌چینی و ایزوله کردن آن

۱-۱۲-۴- تمهیداتی در اجرای کرسی‌چینی

- اگر تراز کرسی چیده‌شده از کف طبقه بالاتر باشد، باید در تراز کف طبقه از عرض کرسی‌چینی کاسته تا عرض آن هم‌عرض دیوار گردد.
- هنگام عایق رطوبتی کرسی‌چینی‌ها می‌توان پای ستون‌های فلزی را نیز تا تراز کف طبقه ایزوله رطوبتی نمود.

۱-۱۳- اجرای دیوارهای محیطی طبقات منفی

اگر پروژه، طبقات منفی داشته باشد، اجرای دیوارهای محیطی، پس از کرسی‌چینی‌ها میسر خواهد بود. این دسته از دیوارها عایق رطوبتی می‌شوند.

۱-۱۳-۱- عایق‌کاری دیوارهای طبقات منفی

جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت خاک به دیوار، دیوارهایی که در مجاورت خاک می‌باشند عایق رطوبتی می‌شوند.

۱-۱۳-۲- انواع عایق‌های رطوبتی

عایق‌های رطوبتی انواع مختلفی دارند از جمله:

- **عایق رطوبتی با پایهٔ قیر:** مانند ایزوگام و قیرگونی
- **عایق رطوبتی با پایه پلیمری:** این عایق‌ها از ترکیب سیمان با مواد پلیمری ساخته می‌شوند.
- **عایق رطوبتی نانو:** این عایق‌های رطوبتی با فناوری نانو ساخته می‌شوند.

متداول‌ترین و ارزان‌ترین عایق رطوبتی، عایق‌های رطوبتی با پایه قیر است.

۱-۱۳-۳- نحوهٔ عایق‌کاری با قیرگونی یا ایزوگام

پس از استقرار ستون‌های پروژه و کرسی‌چینی‌ها، دیوارهایی که عایق خواهند شد، مشخص می‌شوند. برای اجرای این دیوارها، ابتدا دیواری با آجر یا بلوکه سیمانی با ملات ماسه‌سیمان به ضخامت حداقل ۱۰ سانتی‌متر در مجاورت خاک چیده می‌شود. پس از اینکه دیوار ساخته شده مقاومت لازم را کسب نمود، یک لایه آستر ماسه‌سیمان روی آن اجرا شده و با تخته ماله هموار می‌گردد.

آستر سیمان اجراشده باید مدت دو روز مرطوب نگه داشته شود. پس از خشک شدن آستر ماسه‌سیمان، یک لایه قیر شامل دو سهم قیر معمولی و یک سهم قیر سفت روی آن کشیده می‌شود، قبل از اینکه لایهٔ قیر منجمد شود یک لایه چتایی درشت‌دانه روی آن کشیده و سپس لایهٔ دیگری از قیر روی چتایی اجرا می‌شود.

اگر در طراحی دیوارهای محیطی نگهدارنده (وال پست Wall post) در نظر گرفته شده باشد، قبل از اجرای دیوار باید نگهدارندهٔ آن اجرا شود. مشخصات و مختصات پروفیل‌های نگهدارنده مطابق جزئیات ارائه‌شده خواهد بود. (معمولاً نگهدارنده‌ها از نبشی یا سپری نمره ۶ می‌باشند.)

چند نکته

۱- اگر در جزئیات ارائه شده دو لایه قیرگونی درنظر گرفته شده باشد، لایه دوم همانند لایه اول اجرا خواهد شد.
توجه شود جهت قرار گرفتن چتایی لایهٔ دوم، مخالف جهت چتایی لایهٔ اوّل خواهد بود.
۲- پس از اجرای عایق رطوبتی بلافاصله باید نسبت به تکمیل دیوار طبقه اقدام شود، زیرا احتمال صدمه دیدن عایق زیاد است.
۳- اگر دیوار مجاور خاک، دیوار برشی باشد، در این صورت می‌توان دیوار برشی را عایق رطوبتی نمود، سپس یک دیوار با ضخامت حداقل ۱۰ سانتی‌متر در جلوی آن اجرا نمود.
۴- هنگام چیدن دیوارهای محیطی، محل عبور لوله‌های تأسیسات مکانیکی و برقی را مشخص کرده و در صورت لزوم با تعبیهٔ داکت، امکان اجرای آن‌ها را فراهم نمود.
۵- پس از ساخت، تکمیل و تحکیم دیوارهای محیطی، سطح آنها با دوغاب سیمان پوشیده می‌شود.
۶- در اجرای عایق رطوبتی می‌توان به جای قیرگونی از ایزوگام استفاده کرد. (با اجرای کاملاً مشابه)

۱-۱۴- دیوارچینی

در بخش ۱-۱۳ اجرای دیوارهای محیطی طبقات منفی بررسی شد. در این بخش اجرای دیوارهای محیطی و داخلی طبقهٔ همکف و طبقات بالای همکف بررسی خواهد شد.

اجرای دیوارهای محیطی و داخلی طبقات، پس از اجرای سقف هر طبقه میسر می‌شود. ذیلاً به نحوهٔ اجرای آنها پرداخته می‌شود:

۱-۱۴-۱- آشنایی با مصالح دیوارچینی

در جزئیات مربوط به دیوارهای پروژه، نوع مصالح، ملات مورد استفاده و مشخصات دقیق آن‌ها تعیین می‌شود.

اغلب دیوارهای خارجی با یکی از انواع مصالح زیر اجرا می‌شوند:

- آجر سفال یا گری
- بلوک سفالی یا سیمانی
- بلوک سیمانی لیکا
- بلوک هبلکس

۱-۱۴-۲- اجرای دیوارهای خارجی طبقات

برای اجرای صحیح دیوار، باید نکات زیر مورد توجه قرار گیرند:

- **اجرای اولین رگ دیوار:** به اولین رگ دیوار، یک رگه گفته می‌شود که در اجرای آن باید دقت شود.

روش اجرا: پس از تمیز کردن سطح زیر دیوار، یک لایه ملات ماسه‌سیمان با عیار بالا روی کف ریخته، سپس روی آن آجرچینی (یا بلوکه‌چینی) می‌شود.

رگ اجراشده باید کاملاً در یک امتداد بوده و سطح آن تراز باشد. پس از اجرای رگ اوّل و اطمینان از صحت اجرا، دیگر رگ‌های دیوار چیده می‌شوند.

برای اجرای هر رگ ریسمان‌کاری از ابتدا تا انتها در تراز آن رگ کشیده می‌شود، این ریسمان‌کار باعث تراز و شاقولی چیدن رگ می‌شود.

توجه	پس از اجرای هر ۵ رگ، شاقولی بودن رگ‌های چیده‌شده و همچنین کل رگ‌های اجرا شده باید کنترل شود.
چند نکته	۱- در دیوارهایی که از بلوک‌های لیکا یا هبلکس ساخته می‌شوند، می‌توان به جای استفاده از ملات ماسه‌سیمان، از چسب‌های مخصوص این مصالح استفاده کرد. ۲- دیوارهایی که با ملات ماسه‌سیمان چیده می‌شوند، حداقل به مدت دو روز باید مرطوب نگه داشته شوند.

۳- اگر طول یا ارتفاع دیواری زیاد باشد، ابتدا و انتهای آن با استفاده از نبشی‌هایی که به کف و سقف طبقه متصل می‌شوند، مهار گردد.
۴- در محل ختم دیوارها با ستون‌ها، دیوارها به وسیلهٔ نگهدارنده دیوار (وال پست Wall post) باید مهار شوند تا از پدیده دیافراگم در هنگام وقوع زلزله یا سایر نیروهای وارده بر آن‌ها جلوگیری شود.
۵- جهت جلوگیری از ایجاد ترک در محل تلاقی دو دیوار، باید دیوارها به هم کلاف شوند.
۶- سطح دیوارهایی که با سفال یا آجر چیده می‌شوند، با دوغاب سیمان پوشیده شوند.
۷- لوله‌های دودکش، آب باران و فاضلاب، قبل از اجرای خاک و گچ (یا هر اندود دیگر) با تور سیمی یا رابیتس پوشیده شوند.
۸- دودکش‌ها با پشم‌سنگ یا پشم‌شیشه پوشیده شوند. (در غیر این‌صورت لایهٔ روی دیوار در اثر حرارت، ترک برداشته یا طبله می‌کند.)
۹- لوله‌های دودکش دودبند شوند. (در غیر این‌صورت حرارتی که از درزها نشت می‌کند، باعث تخریب موضعی دیوار شده و دود و گاز منواکسید کربن به داخل فضاهای مسکونی وارد می‌شود.)
۱۰- لوله‌های دودکش کاملاً در یک راستا اجرا شوند.
۱۱- چهارچوب درهای ورودی، اطاق‌ها، آشپزخانه‌ها (در صورت وجود)، سرویس‌های بهداشتی و قاب پنجره‌ها در مرحله دیوارچینی داخلی و نما، نصب و اجرا شوند.

۱-۱۴-۳- اجرای دیوارهای داخلی

دیوارهای داخلی که به منظور جداسازی فضاها ساخته می‌شوند، دقیقا همانند دیوارهای خارجی اجرا می‌شوند. با توجه به اینکه ضخامت این دیوارها کم می‌باشد، لازم است با تمهیداتی از فرو ریختن آن‌ها در هنگام وقوع زلزله یا لرزش‌های ناگهانی جلوگیری شود.

ابتدا و انتهای این دیوارها توسط نبشی‌های طولی که از کف تا سقف اجرا شده باشند، مهار می‌شوند.

چند نکته

۱- محل تلاقی دو دیوار با هشت‌گیرها به هم کلاف شوند.
۲- دیوارهای داخلی معمولاً با آجر یا بلوک‌های سفالی، یا بلوک‌های سیمانی یا تایل‌های گچی یا کناف و یا ساندویچ پانل اجرا می‌شوند.
۳- دیوارهایی که با ملات ماسه‌سیمان چیده می‌شوند، حداقل ۴۸ ساعت مرطوب نگه داشته شوند.
۴- از ساندویچ پانل‌ها در پروژه‌های بیمارستانی، مسکونی و مراکز آموزشی استفاده نشود (زیرا یونولیت بین مش‌های فولادی در هنگام آتش‌سوزی آتش گرفته و باعث انتشار گازهای سمی می‌گردد.)
۵- در اجرای دیوارهای داخلی به جزئیات مربوط به عایق‌های حرارتی و صوتی توجه شود.

۶- در اجرای دیوارهای داخلی و جداکنندهٔ فضاها، شکل هندسی و ابعاد فضاهای منـدرج در طرح معماری رعایت شود.

۱-۱۵- اندودکاری دیوارها

در بندهای زیر اندودکاری دیوارهای خارجی و داخلی بررسی می‌شود.

۱-۱۵-۱- اندودکاری دیوارهای خارجی

سطح دیوارهایی که در مجاورت هوای آزاد قرار دارند، در صورتی که نماسازی مشخصی نداشـته باشـند باید به منظور محافظت در برابر نفوذ رطوبت و جلوگیری از فرسودگی، اندودکاری شوند.

مصالح اندودکاری با جزئیات کامل ارائه می‌شود. اغلب یک لایه ماسه‌سیمان به صـورت دسـتی یـا بـا ماشین‌های پمپاژ بر سطح دیوار اجرا می‌شود. در اجرای دستی سطح دیوار در ابتدا و انتها و چند نقطـه بین آن‌ها به وسیله شمشه، کُرم‌بندی شده، آن‌گاه فاصله بین کرم‌ها با ملات ماسه‌سیمان پر مـی‌شـود و با استفاده از تخته ماله هموار و به مدت ۴۸ ساعت مرطوب نگه داشته می‌شود.

پس از خشک شدن لایهٔ ماسه‌سیمان می‌توان به منظور زیباسازی یک لایه سیمان سفید یا کنیـتکس روی آن اجرا کرد. در مناطق مرطوب، معمولاً روی لایه ماسه‌سیمان یک لایه ایزوگام اجرا می‌شود.

قسمت داخلی دیوارهای خارجی همانند دیوارهای داخلی انـدود خواهنـد شـد کـه در بنـد ۱-۱۵-۲ بررسی شده است.

۱-۱۵-۲- اندودکاری دیوارهای داخلی

دیوارهای داخلی‌ای که روی آن‌ها کاشی، سنگ و یا چوب کار نخواهد شد، معمولاً دولایه اندود می‌شوند.

لایهٔ زیر که آستر نامیده می‌شود، به منظور ایجاد سطح صاف برای لایهٔ رو اجـرا مـی‌شـود. ایـن لایـه معمولاً از گچ خاکی و یا مخلوطی از خاک و گچ و یا کاه‌گل اسـت. لایـه رو کـه رویـه نامیـده مـی‌شـود معمولاً از گچ سفید می‌باشد.

۱-۱۵-۳- مراحل اجرا

دیوارهایی که خاک و گچ خواهند شد، مشخص شده و در چند نقطه کرم‌بندی می‌شوند.

کُرم‌بندی: اجرای نوار گچ خاکی به عرض حدود ۸ سانتی‌متر و ضخامتی برابر با تـراز نـاهموارترین نقطهٔ واقع در سطح دیوار

پس از کرم‌بندی فاصله کُرم‌ها با گچ‌خاکی یا خاک و گچ پر شـده و بـا شمشـه و تختـه مالـه مسـطح می‌گردد. این سطح پس از خشک شدن بستر لایهٔ رو خواهد بود.

چند نکته اجرایی

۱- برای جلوگیری از ایجاد ترک در لایهٔ رو، قبل از اجرا، لوله‌های فاضلاب، آب باران و ستون‌هایی که داخل دیوارها قرار دارند، با تور سیمی یا رابیتس و یا تورهای مخصوص پوشیده شوند.

۲- برای جلوگیری از سوختن یا طبله شدن لایهٔ رو، لوله‌های دودکش دودبند شده و با پشم‌سنگ یا پشم‌شیشه پوشیده شوند.

۳- اگر ضخامت دیوار به گونه‌ای باشد که بتوان دودکش‌ها را داخل دیوار قرار داد، آن‌ها را با تیغه‌ای از سنگ یا موزائیک پوشانده سپس خاک‌گچ اجرا شود.

۱-۱۵-۳-۱- شمشه‌گیری و کرم‌بندی دیوارها و سقف‌ها

مصالح بیشتر دیوارها، آجر یا بلوکه است. چون ابعاد این مصالح یکسان و دقیق نیست، اغلب سطح دیوارها هموار نبوده و پستی بلندی خواهند داشت. برای اجرای گچ سفید یا به طور کلّی رویهٔ نهایی دیوارها، نیاز به سطوح کاملاً صاف، تراز و شاقولی می‌باشد. برای این منظور، باید سطوح دیوارها قبل از اجرای لایهٔ زیرین (آستر) کرم‌بندی شود.

شکل ۱-۳۵- کرم‌بندی دیوارها

برجسته‌ترین محل روی دیوار انتخاب شده و در آن محل مربعی با ابعاد ۱۰×۱۰ سانتی‌متر ساخته و سطح آن صیقلی می‌شود. سطح این مربع تراز اجرای خاک و گچ بوده و تمام سطح دیوار باید با این مربع هم‌سطح باشد.

جهت سهولت و دقت در اجرا، سطح دیوار در چند نقطه با شمشه، کرم‌بندی می‌شود. سطح کلیهٔ کرم‌ها باید هم‌تراز با سطح مربع ۱۰×۱۰ سانتی‌متر اجرا شده باشد.

۱-۱۵-۴- آماده‌سازی بام پروژه جهت اجرای عایق حرارتی و رطوبتی

مراحل آماده‌سازی بام پروژه جهت اجرای عایق حرارتی و رطوبتی

۱- **شیب‌بندی بام:** تعیین محل دقیق لوله‌های دفع آب باران با استفاده از پلان شیب‌بندی بام.

۲- **کرم‌بندی بام:** باتوجه به پلان شیب‌بندی مشخص می‌شود، آب باران چه قسمتی از سطح بام، توسط کدام یک از لوله‌ها دفع خواهد شد. آن‌گاه از دورترین نقطه هر سطح تا محل لوله دفع آب باران آن سطح آجرچینی می‌شود.

این آجرچینی یک نوار تک آجری بوده که به صورت شیب‌دار با شیب حدود ۲ درصد (به ازاء هر متر دو سانتی‌متر شیب) اجرا می‌شود.

۳- **پوکه‌ریزی:** پس از کرم‌بندی، سطح بین کرم‌ها با پوکهٔ تعیین‌شده در جزئیات طرح پر می‌شود.

۴- **اجرای لایه ماسه سیمان:** پس از تکمیل پوکه‌ریزی، سطح پشت‌بام با ملات ماسه‌سیمان با عیار ۲۰۰ پوشیده شده و حداقل به مدت ۴۸ ساعت مرطوب نگه داشته می‌شود.

۵- **نصب کف‌خواب‌های لوله‌های آب باران:** در این مرحله، کف خواب‌های لوله‌های دفع آب باران نصب می‌شوند به طوری که سطح تمام شده کف خواب‌ها در تراز ماسه‌سیمان اجرا شده باشد.

شکل ۱-۳۶- کرم‌بندی بام

۶- **اجرای لوله‌های ونت، هواکش و دودکش:** کلیهٔ لوله‌های تأسیسات شامل ونت‌ها، رایزرها، دودکش‌ها و لوله‌های تأسیسات برقی قبل از اجرای عایق رطوبتی و حرارتی اجرا می‌شوند.

با استفاده از جزئیات تأسیساتی قطر و طول لوله‌ها که از سطح بام بالاتر خواهد بود مشخص شده و اجرا می‌گردند. (این لوله‌ها ۱/۵ تا ۲ متر از سطح بام بالاتر خواهند بود)

۷- **اجرای جان‌پناه:** اگر در طراحی بام‌ها جان‌پناه در نظر گرفته شده باشد، پس از اجرای آخرین سقف، جان‌پناه با مشخصات داده شده در طرح، اجرا می‌شود. (جان‌پناه‌ها باید به‌وسیلهٔ نبشی و سپری مهار شوند.)

جان‌پناه می‌تواند از مصالح بنّایی، شیشه یا نرده باشد.

شکل ۱-۳۷- جان‌پناه شیشه‌ای

پس از اجرای مراحل فوق، بام پروژه آمادهٔ اجرای عایق حرارتی و رطوبتی می‌باشد. اگر برشی در بام پروژه داده شود نحوهٔ قرار گرفتن لایه‌ها از داخل به خارج به ترتیب زیر می‌باشد:

- نازک‌کاری داخلی؛
- سازهٔ بام (مصالح بنّایی، فلزی و یا بتنی)؛
- لایهٔ شیب‌بندی (مراحل ۱ تا ۴)؛
- لایهٔ بخاربند؛ (لایه‌ای است جهت جلوگیری از نفوذ بخار آب موجود در هوا به فضاهای داخلی)؛
- عایق حرارتی؛ پشم‌شیشه، پشم‌سنگ، عایق پرلیت و عایق فیبری؛
- عایق رطوبتی؛ قیرگونی یا ایزوگام؛
- بتن محافظ؛ بتن با عیار ۲۰۰؛
- پوشش نهایی بام؛ آسفالت، ایزوگام، موزائیک و یا سنگ.

فصل دوم

زیرساخت‌های تأسیسات مکانیکی و برقی

۲-۱- تأسیسات مکانیکی ساختمان

- اجرای تأسیسات مکانیکی ساختمان شامل مراحل زیر می‌باشد:
- لوله‌کشی دفع آب باران، هواکش‌ها و ونت‌ها
- لوله‌کشی آب سرد، گرم و برگشت
- لوله‌کشی تأسیسات گرمایشی، سرمایشی و گاز
- نصب دستگاه‌های سرمایشی و گرمایشی
- اجرای استخر، سونا و جکوزی

۲-۱-۱- لوله‌کشی لوله‌های دفع آب باران

با توجه به نقشه‌های تأسیسات مکانیکی و معماری محل قرار گرفتن لوله‌های آب روی پشت‌بام با رعایت جزئیات تأسیساتی مربوطه شامل قطر، نوع مصالح و نحوهٔ اتصال قطعات اجرا می‌گردند.

در بند پنج (۱-۱۵-۴) نحوهٔ اجرای کف‌خواب لوله‌های دفع آب باران بررسی شد. لوله‌های دفع آب باران در زیر آخرین سقف پروژه به کف‌خواب‌ها متصل شده آب‌بندی می‌شود و تا محل چاه‌های جذبی که برای آب باران حفر شده باشند ادامه می‌یابد.

چند نکته	۱- تمام لوله‌های دفع آب باران باید در تراز ۵۰ سانتی‌متراز پایین‌ترین کف دارای دریچه بازدید باشند. ۲- در طول مدت ساخت‌وساز لوله‌های آب باران در روزهای غیربارانی در محل بام مسدود شوند تا از ورود مصالح ساختمانی به داخل آن‌ها جلوگیری شود. ۳- کلیه لوله‌ها آب‌بندی شده و تست شوند.

برای تست، انتهای لوله‌ها مسدود شده و از آب پر می‌شود. اگر سطح آب پس از ۴۸ ساعت تغییر نکند اجرا قابل قبول می‌باشد.

۲-۱-۲- لوله‌کشی فاضلاب‌ها، ونت‌ها و هواکش‌ها

لوله‌کشی سیستم فاضلاب پروژه‌ها یکی از مهم‌ترین و حساس‌ترین مراحل اجرایی در ساختمان‌سازی است.

توصیه می‌شود برای اجرای این قسمت، از عوامل اجرایی کارآمد و نیروهای با مهارت فنی بالا استفاده شود.

در پلان‌های معماری محل قرارگرفتن وسایل و تجهیزات که نیاز به لوله‌کشی فاضلاب دارند (سرویس‌های بهداشتی، آشپزخانه‌ها، استخرها، جکوزی‌ها، توالت‌های ایرانی و فرنگی، روشویی‌ها، دوش‌ها و وان‌ها) مشخص می‌شود.

در پلان‌های معماری مربوط به آشپزخانه‌ها، محل قرار گرفتن ظرفشویی‌ها (سینک‌ها)، ماشین‌های لباسشویی، ظرفشویی و کف‌شورها نیز مشخص می‌شوند.

در بخش جزئیات اجرایی تأسیسات، کلیهٔ اطلاعات لازم لوله‌ها (قطر، جنس، نحوهٔ اتصال، نوع اتصال، مصالح آب‌بند، هوابند و دریچه‌های بازدید) ارائه می‌شوند. اجرای آن‌ها باید مطابق جزئیات داده‌شده باشد.

۲-۱-۲-۱- انواع لوله‌های فاضلاب

لوله‌های فاضلاب معمولاً یکی از انواع زیر می‌باشد که نحوهٔ اجرای هر یک مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

- لوله‌های چدنی
- لوله‌های پولیکا PVC , UPVC
- لوله‌های پلی‌اتیلن
- لوله‌های پوش‌فیت

۲-۱-۲-۱-۱- لوله‌کشی فاضلاب با لوله‌های چدنی

لوله‌های چدنی چون وزن زیادی داشته و با گذشت زمان رسوب گرفته و آبده (دی‌بی) دفع فاضلاب به کندی انجام می‌شود، امروزه کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. از معایب دیگر این لوله‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- عدم تنوع اتصالات؛
- عدم انعطاف‌پذیری در هنگام وقوع زلزله؛
- هزینهٔ بالا در اجرا و مصالح.

روش اجرای لوله‌کشی فاضلاب با لوله‌های چدنی به شرح زیر می‌باشد:

ابتدا رایزرهای عمودی اجرا می‌شوند. برای این کار سر سادهٔ هر لوله کاملاً تمیز شده و روی سر کاسهٔ لوله قبلی قرار می‌گیرد. آن‌گاه اتصال حاصل‌شده باید کاملاً آب‌بندی و هوابندی شود. برای این منظور مقداری کنف در داخل کاسه محل اتصال قرار داده و با سمبه کوبیده شده تا تمام درزهای اتصال مسدود گردد، آن‌گاه سرب داغ در داخل کاسه اتصال ریخته تا ضمن تثبیت کنف‌ها آب‌بندی و هوابندی به طور کامل تحقق یابد.

امروزه برای آب‌بندی و هوابندی محل اتصال چسب‌هایی ساخته شده است. ولی آب‌بندی و هوابندی با چسب دوام و کارایی کنف و سرب را ندارد. همچنین می‌توان با استفاده از اُورینگ این لوله‌ها را به هم متصل نمود و با بست‌های مخصوص محل اتصال را محکم کرد.

توجه شود در اجرای رایزرها در محل اتصال انشعاب به رایزر باید ابتدا اتصال انشعاب به رایزر اجرا شود. اغلب قطعات اتصال دارای زاویه ۴۵° بوده که قطر انشعاب و نوع آن در بخش جزئیات مربوطه ارائه می‌شود.

چند نکتهٔ اجرایی

قبل از استفاده از لوله‌های چدنی باید از سالم بودن آنها اطمینان حاصل کرد. یکی از روش‌های متداول کنترل عدم شکستگی لوله‌ها، ضربه‌زدن به لوله و توجه به بازتاب صدای ضربه می‌باشد.

- لوله‌هایی که در سطوح افقی قرار می‌گیرند باید با شیب مناسب به رایزرها متصل شوند.
- لوله‌های افقی باید با سیمان پرملات پوشیده شوند تا در اثر وزن لوله به اتصال آسیبی نرسد.
- دهانه‌های باز لوله‌ها باید به طور موقت مسدود شود تا از ورود فضولات ساختمانی و مصالح جلوگیری شود.
- اجرای دریچه بازدید در کف پروژه الزامی است.
- پس از اتمام لوله‌کشی، سیستم تست شود تا نشتی آب و هوا نداشته باشد (این قسمت در بند ۱-۱۶-۱ شرح داده شده است)

۲-۱-۲-۱-۲- لوله‌کشی فاضلاب‌ها با لوله‌های پی‌وی‌سی

یکی از متداول‌ترین سیستم فاضلاب ساختمان‌ها، استفاده از لوله‌های پی‌وی‌سی است.

مزایای این نوع لوله‌ها عبارتند از:

- سبکی سیستم
- سهولت اجرا
- تنوع اتصالات
- رسوب‌گیری کم
- سهولت در مرمت
- عدم خوردگی در محیط‌های مرطوب
- انعطاف‌پذیری بالا در هنگام وقوع زلزله
- تنوع در قطر و طول

روش اجرای لوله‌کشی فاضلاب‌ها با لوله‌های پی‌وی‌سی به شرح زیر می‌باشد:

با استفاده از نقشه‌های معماری و تأسیساتی محل دقیق لوازمی که نیاز به اجرای لولهٔ فاضلاب دارند دقیقاً مشخص و علامت‌گذاری می‌شوند (مانند سرویس‌های بهداشتی، توالت‌ها، روشویی‌ها، دوش‌ها، سینک‌ها، ماشین‌های ظرفشویی و لباسشویی، کف‌شورها، وان‌ها و جکوزی‌ها) سپس کنده‌کاری‌های مورد نیاز لوله‌کشی طبق جزئیات ارائه‌شده انجام می‌گیرد.

نکات اجرایی

- ابتدا لوله‌های عمودی (رایزرها) با توجه به محل انشعاب‌ها اجرا می‌شوند.
- لوله‌های افقی با شیب تعیین‌شده به رایزرها با زانوی ۴۵° وصل می‌شوند.
- کلیهٔ انشعاب‌های قائم در داخل دیوارها و جداکننده فضاها قرار گیرند.
- در این سیستم لوله‌کشی قطعات با چسب مخصوص به هم متصل می‌شوند.

- لوله‌های رایزر با بست‌های مخصوص به دیوارها بسته شده و مهار می‌گردند.
- لوله‌های افقی با ملات ماسه‌سیمان پوشیده شده تا از ضربه خوردن و شکستن آن‌ها جلوگیری شود.
- انشعاب‌های عمودی با بست‌های مخصوص بسته می‌شوند تا از جابجا شدن آن‌ها جلوگیری شود (جهت مهار لوله‌ها از گچ استفاده نشود).
- اجرای سیفون توالت‌های ایرانی هم‌زمان با لوله‌کشی خواهد بود.
- هر انشعابی باید دارای ونت باشد. به طوری‌که ونت انشعاب‌های فرعی به ونت‌های اصلی متصل شوند.
- در مناطقی که سیستم فاضلاب شهری وجود نداشته باشد، برای چاه‌های جذبی یک ونت مستقل اجرا شود.
- انتهای کلیهٔ ونت‌ها در پشت‌بام در یک تراز بوده و به دو زانوی ۹۰° ختم شوند.
- در تراز ۵۰ سانتی‌متر از کف پروژه دریچه بازدید اجرا شود.

۲-۱-۲-۱-۳- لوله‌کشی فاضلاب با لوله‌های پلی‌اتیلن

اگر طراحی فاضلاب ساختمان با لوله‌های پلی‌اتیلن باشد، همانند مطالبی که در مورد لوله‌کشی با لوله‌های پی‌وی‌سی گفته شد، فاضلاب پروژه با لوله‌های پلی‌اتیلن اجرا خواهد شد. تفاوتی که این نوع لوله‌ها با لوله‌های پی‌وی‌سی دارد نحوهٔ اتصال قطعات به یکدیگر است.

روش‌های اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن به شرح زیر می‌باشد:

- **اتصال با جوش لب‌به‌لب:** در این روش دو سر قطعاتی که به هم متصل خواهند شد هم‌زمان با اتوی مخصوص حرارت داده تا نرم (در حد ذوب) شده، آنگاه با فشار مکانیکی دو قطعه به هم متصل می‌شوند. این نوع اتصال برای لوله‌ها و قطعات با قطر یکسان کاربرد دارد.
- **اتصال با جوش الکتروفیوژن:** در این روش گرمای مورد نیاز اتصال قطعات با دستگاه جوش الکتروفیوژن ایجاد شده و دو قطعه با فشار مکانیکی به هم متصل می‌شوند.

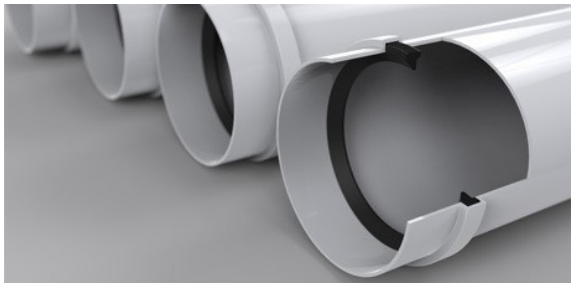
شکل ۲-۱- دستگاه جوش الکتروفیوژن

• **اتصال رزوه‌ای لوله‌های پلی‌اتیلن:** لوله‌های پلی‌اتیلن با قطر کم را می‌توان همانند لوله‌های فلزی با رزوه به هم متصل کرد.

۲-۱-۲-۱-۴- لوله‌کشی فاضلاب ساختمانی با لوله‌های پوش‌فیت

برای سیستم دفع فاضلاب می‌توان از لوله‌های پوش‌فیت استفاده کرد. اجرای این نوع لوله‌کشی ساده بوده و نیاز به زمان کمی دارد.

در این روش هر لوله به آسانی و با فشار کم در خالی‌گاه (سوکت) لولهٔ قبلی قرار گرفته و با استفاده از حلقه‌های آب‌بندی ویژه محکم می‌شود.



شکل ۲-۲- یک لوله پوش فیت

نکات مهم اجرایی:

- دو سر لوله‌ها در محل اتصال تمیز باشند
- برای جاسازی قسمت ساده در خالی‌گاه لوله قبلی می‌توان از گریس یا روغن استفاده نمود.
- برای اتصال دو قطعه، قطعات باید هم‌محور باشند.
- کلیهٔ تمهیدات اجرایی مانند مهار لوله‌ها، شیب لوله‌های افقی، دریچهٔ بازدید و آزمایش صحت سیستم لوله‌کشی که در بندهای قبل به آن‌ها اشاره شده است در مورد این سیستم نیز رعایت شود.

۲-۱-۳- دفع فاضلاب ساختمان

فاضلاب کلیهٔ طبقات می‌تواند به یک یا چند خط اصلی متصل شده و توسط آن‌ها دفع شوند.

اگر در محل احداث پروژه‌ای سیستم دفع فاضلاب شهری (اگو) وجود داشته باشد، لوله‌های فاضلاب اصلی باید تا محل نصب سیفونی که ادارهٔ فاضلاب برای هر پروژه نصب می‌کند، ادامه یابند.

اگر در محل احداث پروژه، سیستم فاضلاب شهری وجود نداشته باشد، کلیهٔ خطوط اصلی فاضلاب به مرکز دهانهٔ چاه جذبی حفر شده ادامه یافته و انتهای آن به یک زانوی ۹۰° ختم شده و به سر دیگر زانوی ۹۰° حدود دو متر لوله متصل شده، وارد چاه شود.

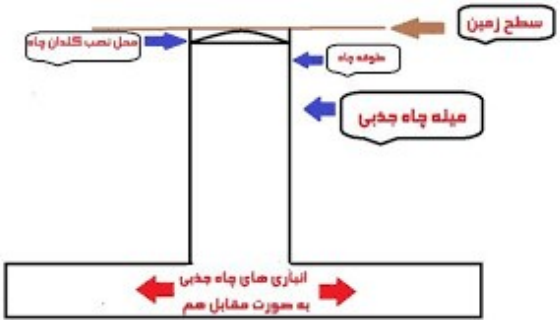
اگر در محل احداث پروژه سیستم فاضلاب شهری وجود نداشته و نوع زمین پروژه بـه گونـه‌ای باشـد که امکان جذب آب نداشته و یا در محدودهٔ چاه‌های آب و یـا قنـات باشـد در ایـن صـورت از سیسـتم سپتیک استفاده می‌شود.

سپتیک تانک، یک مخزن بتنی یا پلی‌اتیلنی است که جهت جمع‌آوری و تخلیه فاضلاب‌های پروژه‌هـا استفاده می‌شود.

سیستم سپتیک کاملاً عایق‌بندی شده و در حدود ۸۰ سانتی‌متر پایین‌تـر از تـراز پـایین‌تـرین طبقـهٔ پروژه اجرا می‌شود.

اگر پروژه دارای محوطهٔ باز باشد بهتر است سپتیک در فضای باز اجرا شود.

شکل ۲-۳- سپتیک تانک



شکل ۲-۴- چاه جذبی برای دفع فاضلاب

۲-۱-۴- سیستم تهویهٔ ساختمان

یکی دیگر از مراحل مهم و اساسی در اجرای ساختمان، اجرای سیسـتم تهویـه اسـت زیـرا اگـر تهویـهٔ فضاهای مختلف ساختمان مانند آشپزخانه‌ها، سرویس‌های بهداشتی، حمام‌ها، پارکینگ‌هـا، اسـتخرها و جکوزی‌ها به درستی اجرا نشود، بوی نامطبوع، دود و بخار آب باعث سلب آسایش ساکنان خواهد شد.

تهویهٔ فضاها به یکی از دو روش زیر طراحی می‌شود؛ جزئیات کامل آن را مهندس مکانیک پروژه ارائه می‌کند:

۲-۱-۴-۱- تهویهٔ فضاها با لوله‌های پی‌وی‌سی، لوله‌های سیمانی و یا لوله‌های ساخته شده از ورق‌های فلزی

در اجرای این نوع تهویه قطر، جنس، نوع اتصال را از بخش جزئیات مربوطه استخراج کرده و با توجه به پلان‌های معماری و تأسیساتی در محل‌های تعیین‌شده اجرا کرد.

در مورد تهویه با لوله، آن‌ها باید تا پشت‌بام ادامه داشته و حدود دو متر از جاه‌پناه بالاتر باشد؛ انتهای لوله‌ها با دو زانوی ۹۰ درجهٔ هم‌قطر، عصایی گردد. کلیهٔ لوله‌ها در یک تراز بوده و محل اتصال‌ها بخاربندی شده باشند.

در مورد تهویه با سیستم مقاطع ساخته شده از فلز گالوانیزه انتهای سیستم همانند لوله‌ها ۲ متر بالاتر از جاه‌پناه پشت‌بام بوده و به یک H ختم شود.

۲-۱-۴-۲- سیستم اگزاست فن

در این سیستم فضاهایی که نیاز به تهویه دارند با لوله‌های پی‌وی‌سی یا کانال‌های فلزی که شکل و ابعاد مقطع آن‌ها در طراحی داده شده، کانال‌کشی می‌شوند.

کانال‌های فضاهای مختلف که حکم کانال فرعی دارند به یک یا چند کانال اصلی متصل می‌شوند. کانال‌های اصلی تا پشت‌بام یا فضاهای باز ادامه داشته و انتهای آن‌ها به یک هواکش (مکنده) ختم می‌شود (اگزاست فن).

زمان روشن و خاموش شدن هواکش‌ها می‌تواند با استفاده از یک زمان‌سنج (تایمر) برنامه‌ریزی شود.

شکل ۲-۵- اگزاست فن

۲-۱-۵- لوله‌کشی ساختمان

در پروژهٔ ساختمانی برای مصارف مختلف مانند آب سرد و گرم مصرفی، آب‌رسانی به تأسیسات حرارتی و برودتی و گازرسانی نیاز به لوله‌کشی می‌باشد.

۲-۱-۵-۱- لوله‌کشی آب سرد و گرم پروژه

لوله‌کشی آب سرد و گرم و برگشت از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. این لوله‌کشی ممکن است با لوله آهنی گالوانیزه یا لوله‌های پروپیلن و یا لوله‌های پنج لایه طراحی شده باشد.

۲-۱-۵-۲- لوله‌کشی با لوله‌های آهنی گالوانیزه

در گذشته برای آب‌رسانی آب گرم و سرد از لوله‌های آهنی گالوانیزه استفاده می‌شد. ولی امروزه تقریباً این سیستم لوله‌کشی به دلایل زیر کمتر استفاده می‌شود:

- در این نوع لوله‌کشی اتصال قطعات به یکدیگر رزوه‌ای می‌باشد و امکان جدا شدن قطعات در اثر نشست لوله زیاد است.
- لوله‌های گالوانیزه اگر در مجاورت رطوبت، گچ و آهک قرار گیرند زنگ زده و خورده می‌شوند.
- جدارهٔ داخلی کاملاً صیقلی نمی‌باشد و با گذشت زمان رسوب گرفته، باعث کاهش دی‌بی آب می‌شود.

۲-۱-۵-۲-۱- نحوهٔ اجرای لوله‌کشی با لوله‌های آهنی گالوانیزه

- تهیهٔ لوله‌ها و اتصالات با توجه به پلان آب‌رسانی؛
- آماده نمودن لوله‌های هر مسیر با استفاده از لوله‌ها و اتصالات مطابق نقشه
- آغشته نمودن سطح لوله‌ها و اتصالات به پرایمر
- نوارپیچی لوله‌ها

چند نکته

- اتصال این لوله‌ها با جوش مجاز نیست.
- کلیه انشعابات قائم در داخل دیوارها و تیغه‌ها قرار گیرند.
- انشعاب‌های افقی طولانی، با نگهدارنده‌ها به کف مهار شوند.
- لوله‌های قائم کاملاً شاقولی بوده و با بست به دیوارها بسته شوند.
- از گچ جهت مهار لوله‌ها مطلقاً استفاده نشود.
- اگر امکان اجرا از زیر سقف وجود داشته باشد لوله‌کشی از زیر سقف انجام گیرد.

- جهت محافظت لوله‌ها از خوردگی بهتر است لوله‌های پروژه در کانال‌هایی قرار گیرند که کف کانال‌ها از ماسهٔ نرم و دیوارهای آن از آجر ساخته شده باشد. پوشش روی کانال‌ها می‌تواند موزاییک یا سنگ باشد.
- لوله‌های آب سرد و گرم، از یکدیگر فاصله داشته تا گرمای لوله‌های آب گرم به لوله‌های آب سرد سرایت نکند.
- لوله‌های آب گرم با پشم‌شیشه و یا پشم‌سنگ پوشیده شود تا از اتلاف حرارت جلوگیری شود.
- پس از تکمیل سیستم لوله‌کشی نسبت به تست آن‌ها اقدام شود. برای این منظور انتهای کلیهٔ انشعابات با درپوش مسدود شده و سیستم به آب شهر متصل گشته و حداقل به مدت ۳ روز زیر تست باشد.
- پس از اطمینان از صحت اجرا، روی لوله‌های کف (جهت جلوگیری از صدمه دیدن) با ملات ماسه‌سیمان پوشیده شود.
- سعی شود انشعاب آب سرد و گرم مربوط به روشویی‌ها، دوش‌ها و فلاش‌تانک‌ها داخل دیوارها اجرا شوند تا از ایجاد ضخامت اضافی در دیوارها هنگام کاشی‌کاری جلوگیری شود.
- در سیستم لوله‌کشی قطر لوله‌های خطوط اصلی از قطر لوله‌های انشعاب بیشتر باشد، زیرا اگر در یک مسیر چند انشعاب هم‌قطر با قطر لوله اصلی وجود داشته باشد، هنگامی که هم‌زمان از دو یا چند انشعاب استفاده شود دی‌بی آب در انشعاب یا انشعاب‌های انتهایی مسیر کاهش یافته و فشار آب کم خواهد شد.
- بهتر است سیستم آب‌رسانی واحدها (در پروژه‌های چند واحدی) با یک کلکتور مرکزی انجام گرفته و هر واحد خود دارای کلکتور مستقل باشد.
- کلیه انشعاب‌های آب گرم دارای لوله برگشت آب باشند تا از هدر رفتن آب جلوگیری شود.
- ذخیره‌سازی آب مصرفی و استفاده از آن در مواقعی که دی‌بی آب پایین بوده یا آب قطع شده باشد.

۲-۱-۵-۲-۲- روش‌های ذخیره آب

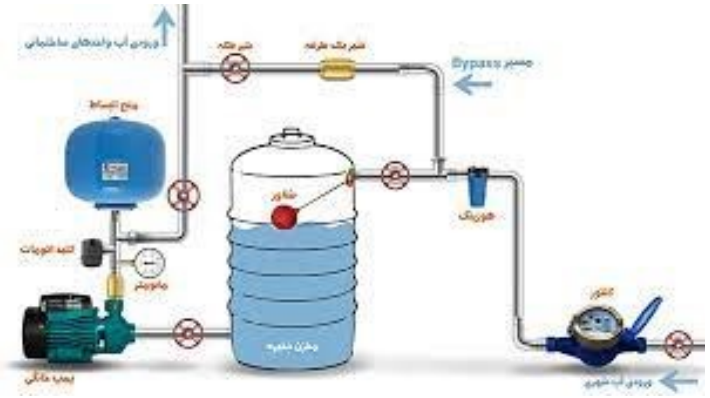
روش اوّل: این روش برای ساختمان‌ها با تعداد طبقات زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این روش منبع ذخیرهٔ آبی (فلزی، سیمانی یا پلی‌اتیلنی) در عمق حدود ۸۰ سانتی‌متر در پایین‌ترین تراز ساختمان قرار داده می‌شود. این منبع با آب شهر (هنگامی‌که آب شهر فشار لازم را دارد) پر شده و در مواقعی که فشار آب در طبقات کم بوده یا قطع گردد، آب ذخیره شده با یک پمپ تحت فشار به واحدها آب‌رسانی می‌کند.

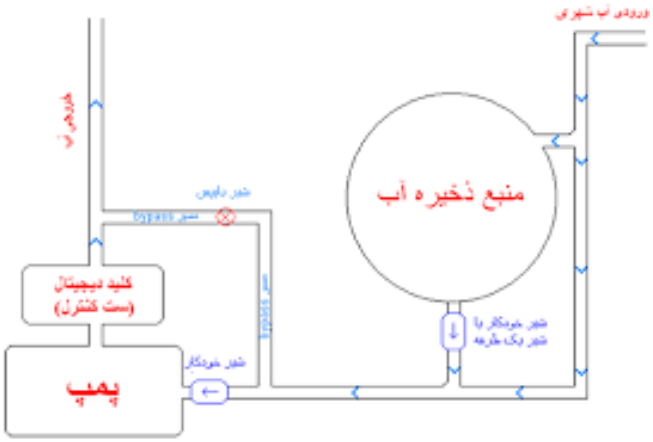
اگر زمین پروژه فضای بازی داشته باشد، منبع ذخیره آب را می‌توان در خارج ساختمان و در فضای باز اجرا نمود.

روش دوم: برای ساختمان‌های کوچک با تعداد طبقات و واحدهای محدود.

در این روش اگر اجرای روش اوّل میسر نباشد، می‌توان منبع ذخیره آبی در بام قرار داد. زمانی‌که آب شهر فشار لازم را دارد منبع را پر کرده و هنگامی که آب شهر به واحدها نرسد، آب منبع به صورت ثقلی وارد واحدها می‌شود.



شکل ۲-۶- منبع ذخیره آب مرکزی



شکل ۲-۷- منبع آب

۲-۱-۵-۳- لوله‌کشی با لوله‌های پنج لایه

اگر در طراحی مکانیکی، لوله‌های پنج لایه برای سیستم آب‌رسانی پیش‌بینی شده باشد، اجرای این سیستم همانند اجرای لوله‌کشی آهنی با کلکتور است.

۲-۱-۵-۳-۱- نحوهٔ اجرا

هر خط تشکیل می‌شود از یک لولهٔ پنج‌لایه و یک فوم نگهدارنده که لوله داخل آن قرار می‌گیرد.

اتصال لوله‌ها و قطعات با اتوی برقی مخصوص انجام می‌شود که حرارت لازم را برای اتصال قطعات تأمین می‌کند.

۲-۱-۵-۳-۲- مزایای لوله‌کشی با کلکتور

- آب مصرفی فضاها جدا و مستقل تأمین می‌شود.
- فشار آب در کلیهٔ انشعابات یکنواخت است.
- امکان قطع و وصل آب هر انشعاب میسر می‌باشد.
- امکان مسدود کردن آب انشعابی که به مدت طولانی مصرف نداشته باشد، امکان‌پذیر است.

۲-۱-۵-۳-۳- روش اجرای کلکتور

کلکتوری به‌عنوان کلکتور مادر اجرا می‌شود؛ به طوری که آب شهر به آن وارد شده و برای هر واحد یک لوله به‌عنوان لولهٔ آب‌رسانی واحد از کلکتور خارج می‌شود. اگر آب گرم واحدها نیز مشترک باشد، از کلکتور دو قسمتی استفاده می‌شود.

در این حالت برای هر واحد دو لولهٔ آب‌رسانی سرد و گرم از کلکتور خارج شده و به کلکتور خاص آن واحد (کلکتور آب سرد و گرم) متصل می‌شود. از این کلکتور انشعاب‌های واحد اجرا می‌گردند.

در صورتی که آب گرم مصرفی هر واحد مستقل باشد، پس از ورود آب سرد از کلکتور اصلی به کلکتور واحد، یک انشعاب به دستگاه گرمایشی وارد شده و از دستگاه گرمایشی یک لوله آب گرم وارد کلکتور شده و از آنجا به انشعاب‌های مختلف واحد آب‌رسانی می‌شود.

۲-۱-۵-۴- لوله‌کشی با لوله‌های پلیمری

اگر طراحی سیستم آب سرد و گرم از لوله‌های مجاز پلیمری باشد، اجرای آن همانند لوله‌های پنج‌لایه بوده و کلیهٔ مطالبی که در مورد لوله‌های آهنی گالوانیزه و لوله‌های پنج‌لایه ارائه شد، در مورد این نوع لوله‌ها نیز قابل اجراست. اتصال در این لوله‌ها مانند اتصال در لوله‌های پنج‌لایه با حرارتی که از اتوهای برقی مخصوص حاصل می‌شود، انجام می‌گیرد.

۲-۱-۶- تأسیسات حرارتی و برودتی

سیستم‌های حرارتی ساختمان‌ها یکی از حالات زیر می‌باشد:

- بخاری
- شوفاژ
- فن‌کوئل
- اسپلیت

- گرمایش از کف
- هواساز
- شومینه

۲-۱-۶-۱- بخاری و شومینه

در مورد بخاری و شومینه مهم‌ترین نکتهٔ اجرایی قطر لوله‌های دودکش است که در مورد بخاری از ۱۰ سانتی‌متر و در مورد شومینه از ۱۵ سانتی‌متر نباید کمتر باشند.

۲-۱-۶-۲- شوفاژ و فن‌کوئل

اگر سیستم گرمایش شوفاژ یا فن‌کوئل باشد، برای این نوع سیستم دو حالت وجود دارد:

حالت اوّل: پروژه دارای موتورخانه مرکزی است.

- محل دقیق رادیاتورها یا فن‌کوئل‌ها مشخص و با اسپری رنگ، علامت‌گذاری می‌شوند.
- از روی نقشه‌های تأسیسات مکانیکی، جنس، قطر، متراژ لوله‌ها و اتصال‌های مربوطه استخراج شده و نسبت به تهیهٔ آن‌ها اقدام می‌شود.

حالت دوم: پروژه فاقد موتورخانه مرکزی است و تأمین آب گرم مورد نیاز سیستم در واحدها به دست می‌آید.

۲-۱-۶-۲-۱- اجرای لوله‌کشی شوفاژ واحدها با لوله‌های فولادی

با توجه به نقشه‌ها و جزئیات اجرایی، مشخصات و تعداد خطوط هر واحد مشخص شده و انشعاب‌های مربوط به هر خط استخراج می‌شود. سپس لوله و انشعاب‌های هر خط را با جوش برق به هم متصل نموده تا آمادهٔ نصب شوند. هر خط و انشعاب دارای دو رشته لوله برای ورود و خروج آب به رادیاتورها یا فن‌کوئل‌ها می‌باشد.

لوله‌های هر واحد وارد کلکتور آن واحد (که از دو قست تشکیل شده) می‌شود. در کلکتور واحد لوله‌ای برای ورود آب گرم جهت گرم کردن رادیاتورها و لوله‌ای برای خروج آبی که از رادیاتورها برگشت می‌شود، اجرا می‌شود.

این لوله‌ها به ترتیب به قسمت گرم و سرد کلکتور متصل می‌شوند. لولهٔ آب گرم واحد از لولهٔ آب گرم اصلی که از موتورخانهٔ مرکزی خارج شده است منشعب می‌شود. لولهٔ برگشت به لوله برگشت اصلی که به موتورخانه مرکزی وارد می‌شود متصل می‌گردد.

توجه: در پروژه‌هایی که تعداد واحدها کم باشد، می‌تواند لوله‌های رفت و برگشت هر واحد مستقیماً از موتورخانهٔ مرکزی اجرا شود.

۲-۱-۶-۲-۲- بستن موتورخانهٔ مرکزی

یک موتورخانه متشکل از دیگ، مشعل، منبع دوجداره، پمپ، سخت‌گیر، منبع انبساط و ترموستات می‌باشد که در ادامه اجزای آن تشریح می‌گردد.

- **دیگ:**

دیگ را در محل تعیین‌شده‌ای که قبلا زیرسازی شده قرار داده و مشعل به آن متصل می‌شود. به دیگ سه لوله متصل می‌شود به شرح زیر:

لوله خروج آب گرم، لوله ورودی آبی که گرما از دست داده و لوله پر کن.

دیگ، آب موجود در سیستم را گرم کرده و به‌وسیلهٔ لولهٔ خروجی به جدارهٔ بیرونی منبع دو جداره می‌رساند:

- **لوله پرکن و منبع انبساط:**

مکانیزم تأمین آب مورد نیاز سیستم که حجم ثابتی دارد به شرح زیر می‌باشد:

آب شهر توسط لوله‌ای به منبع انبساط ریخته می‌شود و از منبع انبساط به‌وسیلهٔ لوله‌ای خارج شده و به دیگ می‌ریزد.

این نوع منبع انبساط که در بلندترین قسمت ساختمان نصب می‌شود منبع انبساط باز است.

می‌توان آب مورد نیاز سیستم را با پمپ تحت فشاری که در موتورخانه قرار می‌گیرد تأمین نمود؛ این سیستم منبع انبساط بسته خواهد بود.

- **منبع دوجداره**

منبع دوجداره از دو جدارهٔ خارجی و داخلی تشکیل شده است. آب گرم از دیگ وارد جدارهٔ بیرونی منبع شده و آب جدارهٔ داخلی را که آب گرم مصرفی واحدها است، گرم می‌کند. همچنین آب گرم جدارهٔ خارجی با لوله‌ای به نام لولهٔ اصلی رفت، آب گرم مورد نیاز شوفاژهای واحدها را تأمین می‌کند.

بنابراین به هر منبع دو جداره چهار لوله متصل است. لولهٔ ورودی آب گرم از دیگ، لولهٔ خروجی آب گرم جهت تأمین آب گرم شوفاژهای واحدها، لولهٔ آب گرم مصرفی واحدها و لوله ورود آب شهر که دو لولهٔ اول به جدارهٔ خارجی منبع و لولهٔ سوم و چهارم به جدارهٔ داخلی منبع متصل می‌شوند.

اگر چنانچه آب گرم مصرفی، لولهٔ برگشت داشته باشد به جدارهٔ داخلی لوله برگشت نیز افزوده می‌شود.

- **سختی‌گیر:**

اگر املاح موجود در آبی که وارد دیگ خواهد شد از حد مجاز بیشتر باشد در این حالت از سختی‌گیر آب استفاده می‌شود. ابتدا آب شهر وارد دستگاه سختی‌گیر شده و پس از عبور از لایه‌های مختلف مقداری از املاح خود را از دست داده سپس وارد سیستم می‌شود.

طراحی سختی‌گیر با توجه به میزان سختی موجود در آب شهر توسط طراح مکانیک انجام می‌گیرد.

- **پمپ‌ها:**

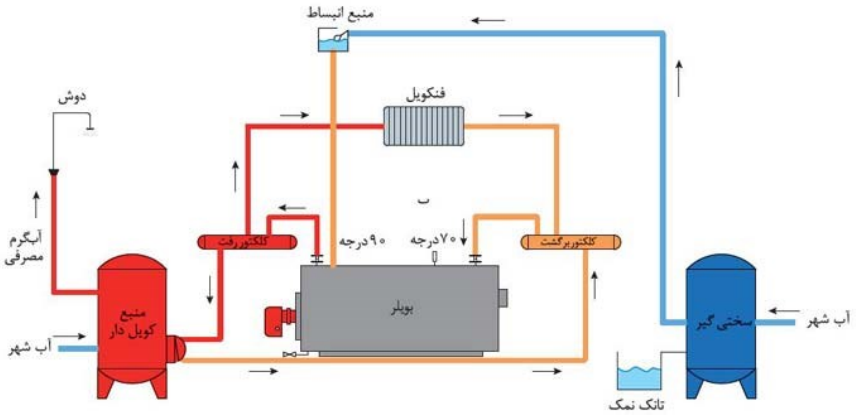
هر موتورخانه با توجه به تعداد لوله‌های برگشتی اصلی، پمپ خواهد داشت. پمپ‌ها بر روی لوله‌های برگشتی نصب می‌شوند.

پمپ‌ها آب گرما از دست داده رادیاتورها را گرفته و به جدارهٔ بیرونی دیگ هدایت می‌کنند.

- **ترموستات:**

بر روی هر دیگ ترموستاتی جهت تنظیم دمای آب گرم دیگ نصب می‌شود.

توجه: کلیهٔ لوله‌های موجود در موتورخانه عایق‌بندی و رنگ‌آمیزی می‌شود. لوله‌های رفت آب‌گرم با رنگ قرمز و لوله‌های برگشتی با رنگ آبی رنگ شده و مشخص می‌گردد. همچنین کلیهٔ لوله‌ها دارای شیرقطع‌کن خواهند بود.



شکل ۲-۸- موتورخانه مرکزی

۲-۱-۶-۲-۴- اجرای لوله‌کشی شوفاژ مستقل واحدها

اگر سیستم گرمایشی واحدها مستقل باشد، در این حالت آب گرم مورد نیاز شوفاژها با یک منبع حرارتی مستقل مانند پکیج تأمین شده و به قسمت گرم کلکتور می‌رود و از کلکتور به‌وسیلهٔ لوله‌کشی به رادیاتورها یا فن‌کوئل‌ها رفته و پس از گرم کردن آن‌ها حرارتش را از دست داده و به قسمت سرد کلکتور برمی‌گردد. آب قسمت سرد کلکتور با یک لوله به منبع حرارتی (پکیج) برگشت داده می‌شود.

توجه شود به کلکتور چند خط رفت و برگشت متصل می‌باشد که هر خط نیز ممکن است چند رادیاتور یا فن‌کوئل را پوشش دهد.

تمام مشخصات سیستم لوله‌کشی شوفاژها، رادیاتورها و فن‌کوئل‌ها شامل نوع و قطر لوله‌ها، اندازه رادیاتورها، در طرح‌های تأسیساتی ارائه می‌شوند.

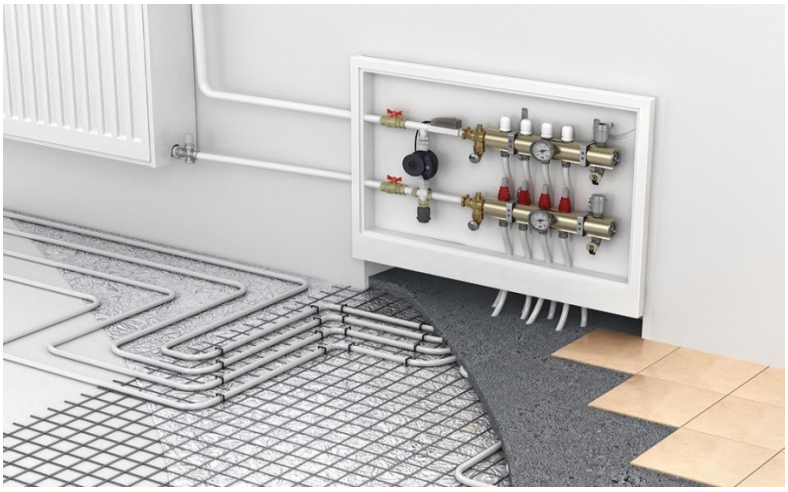
توجه کلیه لوله‌های تأسیساتی و آب‌رسانی باید تست شوند.

شکل ۲-۹- یک سیستم مستقل شوفاژ واحدها

۲-۱-۶-۳-گرمایش کف

لوله‌کشی سیستم گرمایش کف همانند لوله‌کشی شوفاژ با رادیاتور بوده که به جای رادیاتور از لوله‌هایی که درکف فضاها قرار می‌گیرند (شبکه لوله) گرمایش پروژه را تأمین می‌کنند.

جزئیات این روش را طراح مکانیک پروژه دقیق تعیین می‌کند. (مراحل اجرا در قسمت نازک‌کاری ارائه شده است)



شکل ۲-۱۰- کلکتور گرمایش کف

۲-۱-۶-۴- اسپلیت‌ها

اسپلیت‌ها دو نوع هستند. بعضی از آن‌ها فقط سرمایشی و برخی سرمایشی - گرمایشی هستند.

۲-۱-۶-۵- هواساز

هواساز دستگاهی است که جهت تهویهٔ مطبوع ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

قسمت‌های اصلی هواساز:

۱- فن سانتریفیوژ یا محوری

۲- کویل‌های آب سرد و گرم

۳- فیلتر جذب ذرات هوای محیط

۴- رطوبت‌زن و رطوبت‌گیر

۵- دریچهٔ ورود هوای تازه

۶- ترموستات یا سنسور جهت تنظیم دما

روش کار: آب گرم از منبع حرارتی وارد کویل‌های دستگاه شده و فن‌های دستگاه هوای سالم را به کویل‌ها دمیده و پس از گرم شدن هوای دمیده‌شده وارد فضاها می‌شود.

اگر به جای آب گرم آب خنکی که توسط دستگاه چیلر تولید می‌شود به کویل‌های هواساز وارد شود هوای خنک و مطبوعی ایجاد شده و وارد فضاها می‌شود (دستگاه چیلر در ۲-۱۱-۲-۳ ارائه شده است).

۲-۱-۶-۵-۱- هواسازهای مرکزی و آپارتمانی

در حالت مرکزی دستگاه هواسازی در پشت بام نصب می‌شود. این نوع هواسازها دو کویل مسی دارند، یک کویل مسی برای آب گرم و کویل مسی دیگر برای آب سرد می‌باشد. با توجه به فصل سال آب گرم یا آب سرد وارد کویل مربوطه شده و هوایی که توسط پمپ‌ها به کویل‌ها دمیده می‌شود و پس از عبور از فیلترها و دریافت دمای مطلوب وارد کانال‌های هوا (ساختمان کانال‌کشی شده است) شده و هوای فضاها را تمیز و مطبوع می‌کند.

این نوع سیستم تهویه دارای کانال برگشت هوا می‌باشد که هوا را دوباره به هواساز برگشت می‌دهد.

هواساز آپارتمانی: در این نوع هواساز هر واحد ساختمانی هواساز مستقلی داشته که دقیقا حجم کوچکی نسبت به هواسازهای مرکزی داشته ولی کاربرد آن‌ها یکسان است. هواساز آپارتمانی زیر سقف محلّی که کاذب دارد نصب می‌شود.

۲-۱-۶-۲- لوله‌کشی گاز

برای گازرسانی دو روش میسر است:

۱- لوله‌کشی توکار: اجرای لوله‌کشی تو کار گاز جزء مراحل اجرای سفت‌کاری است.

۲- لوله‌کشی روکار گاز: اجرای این نوع لوله‌کشی جزء مراحل اجرایی نازک‌کاری می‌باشد.

۲-۱-۶-۲-۱- لوله‌کشی توکار گاز

لوله‌کشی توکار گاز بسیار مهم و حساس بوده و اجرای آن باید توسط نیروهای ماهر و صاحب صلاحیت انجام شود.

نکات مهم در اجرای لوله‌کشی توکار گاز:

- لوله‌ها و اتصالات فولادی بدون درز باشند (لوله‌های مانیسمان)
- لوله‌ها و انشعاب‌ها با جوش برق به هم متصل شوند.
- دستگاه جوش‌کاری می‌تواند رکتیفایر یا دینام جوشی باشد که برق مستقیم تولید کند.
- پس از اتمام جوشکاری‌ها گل‌جوش زدوده شود.
- پس از اتمام جوش‌کاری‌ها شبکهٔ ساخته‌شده تست شود. این کار با دمیدن هوا (با فشار بالا) به داخل شبکه و نصب فشارسنج انجام می‌شود. درجهٔ فشارسنج باید به مدت ۴۸ ساعت ثابت بماند.
- پس از اطمینان از عدم نشتی در شبکهٔ گازرسانی، لوله‌های توکار عایق‌کاری شوند. برای عایق‌بندی ابتدا لوله‌ها تمیز شده به طوری که سطح لوله‌ها و اتصالات فاقد زنگ، رنگ و چربی باشد. پس از اطمینان از تمیزی لوله‌ها سطح آن‌ها با پرایمر پوشیده می‌شود. پس از خشک‌شدن پرایمر لوله‌ها نوارپیچی می‌شوند.
- لوله‌های گاز از لوله‌ها و کابل‌های برق و سایر لوله‌های تأسیسات حداقل ۲۰ سانتی‌متر فاصله داشته باشند.
- لوله‌ها و انشعاب‌ها با بست‌های مخصوص مهار شده به طوری که امکان حرکت و جابجایی نداشته باشند.
- پس از اجرای مراحل فوق، روی لوله‌ها با یک لایه ملات ماسه‌سیمان نرم پوشیده شده تا از صدمه دیدن در امان باشند.

در یک پروژه چند واحدی هر واحد لوله‌کشی مستقلی داشته و دارای کنتور اختصاصی خواهد بود.

شکل ۲-۱۱- نمایش کنتورهای یک پروژهٔ مسکونی

نکته مهم	همبندی اصلی لوله‌گاز الزامی است و از برق‌گرفتگی جلوگیری می‌کند

۲-۲- تأسیسات برقی ساختمان

اجرای تأسیسات برقی پروژه شامل مراحل زیر است:

۱- علامت‌گذاری مسیر عبور لوله‌ها، محل پریزها، کلیدها، جعبه فیوزها، دربازکن‌ها، ترموستات‌ها و کابل‌ها

۲- شیارزنی محل‌های علامت‌گذاری شده در بند ۱

۳- لوله‌گذاری با توجه به نقشه‌های اجرایی تأسیسات برقی

۴- کنده‌کاری محل پریزها، کلیدها، جعبه تقسیم‌ها و جعبه فیوزها

۵- نصب قوطی‌های مربوط به کلیدها و پریزها

لوله‌های برق داخل قوطی‌ها شده و در آن‌جا قطع شوند. چون کلیدها و پریزها باید در یک تراز باشند بنابراین خط ترازی در تمام فضاهای ساختمان مورد نیاز بوده تا مبنایی برای نصب کلیدها و پریزها باشد.

۶- لوله‌های برق غیرخودسوز باشند.

۷- لوله‌گذاری مورب برای لوله‌های برق مجاز نیست.

۲-۲-۱- اجرای لولهٔ اصلی ورود برق شهر به واحدها

یک خط لوله UPVC از محل کنتور هر واحد تا داخل واحد (جهت قرار گرفتن کابل اصلی برق واحد) اجرا می‌شود. دهانه‌های دو سر لولهٔ اجراشده مسدود می‌گردد تا از ورود گردوغبار و مصالح جلوگیری شود.

۲-۲-۲- نکات مهم در برق‌رسانی واحدها

۱- لوله‌های برق حتی‌المقدور از کف‌ها عبور داده نشوند مخصوصاً در سرویس‌های بهداشتی.

۲- روی لوله‌هایی که در کف قرار دارند، با ملات ماسه‌سیمان نرم پوشیده شوند.

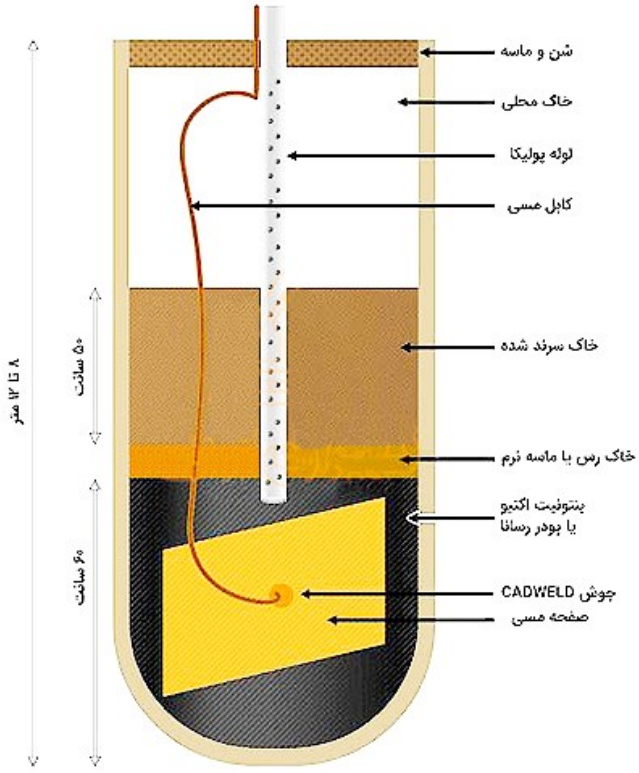
۳- اجرای هم‌زمان لوله‌های روشنایی سقف‌ها، سوراخ‌کاری‌ها و تعبیهٔ قلاب‌ها برای نصب لوسترها و آویزها

۴- پیش‌بینی برق‌رسانی به دیگر قسمت‌های ساختمان مانند موتورخانه، اتاق آسانسور، روشنایی محوطه، سیستم آنتن مرکزی، سیستم اعلام حریق، سیستم صوتی و تصویری، سیستم دزدگیر و ارت ساختمان.

۵- جهت جلوگیری از برق‌گرفتگی و افزایش ایمنی دستگاه‌ها کلیه پریزهای ساختمانی به سیستم ارت متصل شوند.

۶- طراحان تأسیسات برقی ساختمان جزئیات اجرایی چاه ارت را ارائه می‌کنند. همچنین مشخصات آن شامل عمق چاه، ضخامت مواد کاهنده اهم مانند مخلوط ذغال و خاک رُس یا بنتونیت، ابعاد صفحهٔ مسی و قطر سیم مسی که به صفحه جوش می‌شود نیز توسط طراحان ارائه می‌شود.

۷- سیم مسی باید داخل لوله PVC با قطر ۶۳ قرار گیرد تا امکان مرطوب نگه داشتن چاه ارت میسر شود.



شکل ۲-۱۲- جزئیات یک چاه ارت

۲-۳- اجرای عایق حرارتی و رطوبتی

عایق‌کاری حرارتی و رطوبتی از اجراهای پایانی سفت‌کاری است. در این مورد قسمت‌هایی از ساختمان مانند پشت‌بام‌ها، سرویس‌های بهداشتی، آشپزخانه‌ها، مخازن سپتیک و منبع‌های آب که در مجاورت خاک، آب، رطوبت، باران و برف قرار دارند، با عایق‌های مناسب عایق‌کاری و آب‌بندی می‌شوند.

۲-۳-۱- مصالحی که برای عایق‌بندی رطوبتی استفاده می‌شود، عبارتند از:

قیرگونی، ایزوگام و فرآورده‌های نانو

۲-۳-۲- عایق‌کاری پشت‌بام‌ها، تراس‌ها و بام باغچه‌ها (روف گاردن)

پشت‌بام‌ها پس از نصب کف خواب آب‌روهای پشت‌بام، اجرای لوله‌های ونت، هواکش‌ها و اجرای سایر لوله‌ها و کانال‌های مشخص‌شده در پلان‌های تأسیسات برقی و مکانیکی، پشت‌بام شیب‌بندی شده و با اجرای یک لایه ماسه‌سیمان آماده عایق کاری رطوبتی می‌شود.

اگر پشت بامی دارای جان‌پناه باشد، قبل از عایق‌کاری باید جان‌پناه اجرا و محل تلاقی سطح بام با جان‌پناه ماهیچه‌کشی شود.

۲-۳-۲-۱- عایق قیرگونی

پس از خشک شدن کامل ملات ماسه‌سیمان، سطح بام با یک لایه قیر (مخلوطی از قیر معمولی و قیر سفت به نسبت ۳ به ۱) پوشیده شده و همزمان یک لایه چتایی درشت‌بافت (درجه ۲) روی سطح قیر اجراشده قرار داده می‌شود. (چتایی‌ها اورلب اجرا می‌شوند)

پس از اجرای لایه‌های قیر و گونی دوباره سطح چتایی با لایهٔ قیری (با همان مشخصات) پوشیده می‌شود. اکنون باید لایه چتایی دوم که از نوع ریز بافت می‌باشد بر روی قیر اجراشده قرار داده و در پایان لایهٔ قیری جهت محافظت لایه‌های چتایی اجرا شود.

چند نکته اجرایی:

۱- جهت چتایی لایهٔ دوم مخالف جهت چتایی لایهٔ اوّل خواهد بود.

۲- سطح جان‌پناه‌ها نیز آستر ماسه سیمان شده و قیرگونی‌ها روی سطح جان‌پناه را بپوشاند.

۳- می‌توان جهت اطمینان از اجرای عایق‌کاری رطوبتی آب‌روها را مسدود کرده و به پشت‌بام همانند استخر آب (حدود ۱۰ سانتی‌متر) بست.

۴- لایه‌های قیرگونی حداقل ۱۰ سانتی‌متر داخل لوله‌ای آب‌روی پشت بام وارد شده و در آن محل قطع گردند.

۵- در صورتی که اجرای رویه نهایی بام همزمان با عایق رطوبتی انجام نشود بهتر است جهت جلوگیری از صدمه دیدن عایق‌ها، یک لایه ماسه سیمان نرم روی سطح عایق‌ها اجرا شود.

۲-۳-۲-۲- اجرای عایق ایزوگام

عایق‌کاری با ایزوگام دقیقاً همانند عایق‌کاری با قیرگونی است. در عایق ایزوگام به جای لایه قیر اولیه‌ای که برای عایق قیرگونی اجرا می‌شود با یک لایه پرایمر یا واکس، سطح ماسه‌سیمان اجراشده را پوشانده، سپس لایه‌های ایزوگام را حرارت داده و بر روی پرامیرهای اجراشده چسبانده می‌شوند.

اگر در طراحی دو لایه ایزوگام در نظر گرفته شده باشد، لایهٔ دوم عیناً مانند لایه اوّل و در جهت مخالف اجرا می‌شود.

۲-۳-۲-۳- عایق‌کاری پشت‌بام‌ها با عایق رطوبتی نانو

اگر در تولید و فرآوری عایق رطوبتی از فناوری نانو استفاده شده باشد، محصول تولید شده به سبب دارا بودن ذرات نانو خاصیت آب‌بندی و آب‌گریزی بیشتری دارد؛ هم‌چنین ذرات نانو باعث آنتی باکتریال عایق شده و دوام آن را افزایش می‌دهد.

برای اجرای آن، مایع نانو با قلم‌مو یا رول و یا با پاشش پمپ در سه لایه بـه ضـخامت ۰/۶ میلـی‌متـر سطح بام پوشیده می‌شود.

۲-۳-۲-۴- عایق‌رطوبتی پلیمری

یکی دیگر از انواع عایق‌های رطوبتی، عایق رطوبتی پلیمری است. این عایق‌ها با پایهٔ شیمیایی بوده و بـا مشخصات MCI و RCI (عایق رطوبتی الیاف‌دار) در بازار وجود دارد.

۲-۳-۳- عایق‌کاری سرویس‌های بهداشتی و آشپزخانه

عایق‌کاری این فضاها دقیقاً به روش عایق‌کاری پشت‌بام صورت می‌گیرد. در اجـرا، عـایق‌هـا حـداقل ۱۰ سانتی‌متر بالاتر از کف، دیوارها را می‌پوشاند.

اگر برای عایق‌کاری سرویس‌های بهداشتی و آشپزخانه‌ها از عایق‌های نانو که به شـکل مـایع هسـتند، استفاده شود. عایق با قلم‌مو یا غلتک، کف فضاها و قسمتی از دیوارها را می‌پوشاند.

۲-۳-۴- عایق‌کاری منابع ذخیرهٔ آب آشامیدنی

اگر منابع آب آشامیدنی بتنی باشد، با عایق نانو آب‌بندی می‌شوند. عایق نانو باعث جلوگیری از تخریـب شده، عمر منبع را افزایش داده و خواص فیزیکی و شیمیایی آب را حفظ می‌کند.

۲-۳-۵- عایق‌کاری استخرها، سپتیک‌ها و منهول‌های فاضلاب

برای عایق‌کاری این دسته از سازه‌ها می‌توان از تمام مواد عایق‌بندی استفاده کرد.

۲-۳-۶- عایق حرارتی

برای جلوگیری از تبادل گرما و سرمای محیط بیرونی به محیط داخلی، ساختمان‌ها باید عایق حرارتی شوند.

۲-۳-۶-۱- عایق‌های حرارتی به دو دستهٔ پایهٔ معدنی و پایهٔ عالی تقسیم می‌شوند.

عایق‌های پایه معدنی مانند: پشم‌شیشه، پشـم‌سـنگ، پرلیـت و پوکـه معـدنی مـی‌باشـد. متـداول‌تـرین عایق‌های پایهٔ غیرشیمیایی عبارتند از: تخته‌های فیبری، چوب‌پنبهٔ پرس‌شده و از عایق‌های عالی با مواد شیمیایی می‌توان به پلی‌اورتان‌ها، پلی‌اتیلین‌ها و پلی‌استایرن‌ها اشاره کرد.

۲-۳-۶-۲- اجرای عایق حرارتی

عایق‌کاری حرارتی یک ساختمان بستگی به شرایط محیطی دارد. در بعضـی از پـروژه‌هـای سـاختمانی پوستهٔ خارجی، بام و سقف ساختمان عایق می‌شوند و در بعضی دیگر قسمت‌های مشخصی از ساختمان عایق حرارتی خواهند شد.

نحوهٔ اجرای مکان‌هایی که عایق خواهند شد و نوع عایق در جزئیات اجرایی ارائه می‌شود.

۲-۳-۷-عایق صوتی

به منظور کاهش صوت و جلوگیری از انتقال آن از محیطی به محیط دیگر از عایق‌های صوتی استفاده می‌شود. عایق صوتی بیشتر در دیوارهای مشترک و دیوارهای مجاور دو ساختمان پیشنهاد و اجرا می‌شود.

۲-۳-۷-۱- انواع عایق‌های صوتی

عایق‌های صوتی را می‌توان به دو دستهٔ توکار و روکار تقسیم کرد.

۱- عایق‌های صوتی توکار

عایق‌هایی هستند که به‌عنوان مصالح ساختمانی در هنگام اجرای ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

فوم اکس پی اس، ورقه‌های یونولیتی، فوم‌های اسپری‌شونده پلی یورتان، عایق پشم‌شیشه و پشم‌سنگ و عایق الاستومری

۲- عایق‌های صوتی روکار

این عایق‌ها بیشتر در فضاهای داخلی کاربرد دارند و از انواع آن می‌توان به پنل‌های اکوستیک، عایق‌های دکوری و عایق‌های صفحه تخم‌مرغی اشاره کرد.

۲-۳-۷-۲-اجرای عایق‌های صوتی

نحوهٔ اجرای عایق‌های صوتی و نوع آن را مهندس معمار پروژه با جزئیات کامل ارائه می‌کند. مجریان عیناً جزئیات داده‌شده را اجرا می‌کنند.

۲-۴- پارکینگ

ساختمانی که ساخته می‌شود باید فضای مناسبی جهت پارک اتومبیل‌های مالکان و مراجعه‌کنندگان آن در نظر گرفته و ساخته شود. ابعاد و موقعیت پارکینگ تابع تعداد طبقات و تعداد واحدهای پروژه بوده که مهندس معمار به‌عنوان طراح پروژه جزئیات آن را تحت عنوان پلان پارکینگ ارائه می‌کند.

در پلان داده‌شده چیدمان اتومبیل‌ها، ورودی‌ها و خروجی‌ها مشخص می‌شود. محل پارکینگ می‌تواند طبقهٔ همکف پروژه (پیلوت) یا طبقه یا طبقات زیرتراز (۰.۰۰) و یا طبقات بالای تراز (۰.۰۰) طراحی شود.

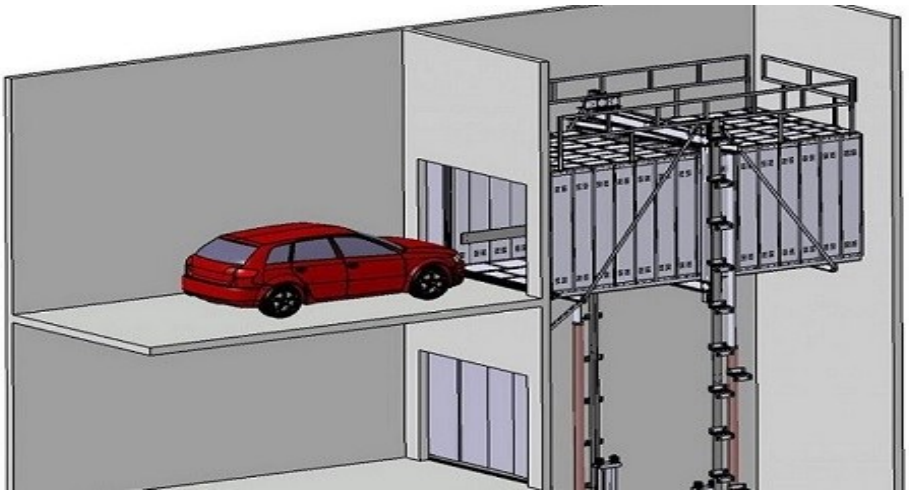
برای ورود و خروج پارکینگ‌های غیرهمکف باید رمپی با شیب مناسب ساخته شود.

۲-۴-۱- چند نکته در اجرای رمپ پارکینگ‌ها

۱- جهت پیشگیری از سر خوردن اتومبیل‌ها، مسیر تردد اتومبیل‌ها به صورت مضرس اجرا شود.
۲- اگر قسمتی از رمپ در فضای باز قرار گیرد؛ جهت جمع‌آوری و دفع آب باران، برف و آب حاصل از شستشوی فضاها، منهولی در انتهای رمپ پیش‌بینی و اجرا شود.
۳- در ساختمان‌هایی که احتمال تردد توان‌یابان وجود دارد، مسیری پله‌وار برای استفادهٔ آنان و افراد ناتوان ساخته شود.
۴- اگر تعداد پارکینگ‌های تراز زیر تراز (۰.۰۰) بیش از یک پارکینگ بوده و مسیر ورود و خروج اتومبیل‌ها مشترک باشد، در محل‌های تغییر جهت رمپ باید آینه نصب شود تا رانندگان از وضعیت مسیر مخالف آگاه شوند. علاوه بر آن در این محل‌ها باید چراغ‌ها و علائم هشداردهنده نیز نصب گردد.
۵- در پارکینگ‌های زیر تراز (۰.۰۰) جهت تهویهٔ هوا، هواکش‌های مناسبی هم مکنده و هم دمنده نصب شود.
۶- اجرای روشنایی مناسب همراه با سنسور در پارکینگ‌ها الزامی است.
۷- اجرای روشنایی مناسب در رمپ‌ها ضروری است.

نکته مهم

طبق مبحث ۱۵ مقررات ملّی ساختمان، تعبیه آسانسورهای خودروبر به عنوان تنها راه ورود و خروج خودرو در طبقات پارکینگ کلیه ساختمانهای مسکونی، تجاری، اداری و عمومی ممنوع می‌باشد.



شکل ۲-۱۳- آسانسور ماشین‌بر

چند نکته مهم

۱- تعبیه آسانسورهای خودروبر به عنوان تنها راه ورود و خروج خودرو در طبقات پارکینگ کلیه ساختمان‌های مسکونی، تجاری، اداری و عمومی ممنوع می‌باشد.

۲- در پارکینگ‌های طبقاتی و ساختمان‌هایی که طبقات پارکینگ در کنار ساختمان قرار دارند، تعبیه آسانسورهای خودروبر مجاز می‌باشد. در این شرایط تعداد مورد نیاز آسانسور باید بر اساس محاسبات ترافیکی آن تعیین شود (تعبیه حداقل ۲ آسانسور الزامی است).

۳- تأمین نیروی برق ثانویه (ژنراتور) به منظور سرویس‌دهی کامل آسانسورهای خودروبر الزامی است.

۴- در ساختمان‌هایی که تعبیه آسانسور حمل خودرو در آنها ممنوع نشده است، رعایت مقررات مبحث سوم مقررات ملی ساختمان درخصوص راه‌های خروج، سیستم‌های اعلام حریق اتوماتیک و دستی، سیستم‌های اطفای حریق و ... الزامی است.

۵- به منظور تخلیه گاز و دودهای خروجی از اگزوز خودروها، تعبیه فن‌های مکنده متناسب با حجم کابین در سقف کابین و در بالای چاه آسانسور الزامی است.

۶- کابین آسانسورهای خودروبر باید دارای در اتوماتیک با سیستم محرکه مجزا باشد و درهای طبقات نیز از نوع اتوماتیک انتخاب شوند.

۷- در هر کابین باید دو شستی احضار در دو سمت دیواره کابین نصب شود. محل قرارگیری این شستی‌ها باید به گونه‌ای باشد که راننده خودرو هنگام ورود و خروج از هر دو سمت امکان دسترسی به دکمه‌های طبقات و کلیدهای توقف اضطراری را دارا باشد.

۸- استفاده از چشم الکترونیکی پرده‌ای دوبعدی یا سه بعدی در ورودی(های) کابین بالابر خودرو الزامی است.

۹- آسانسور حمل خودرو باید به سیستم تراز طبقه مجدد مجهز باشد.

فصل سوم

نازک کاری ساختمان

۳-۱- مقدمه

در فصل سوم مراحل نازک‌کاری ساختمان شامل نصب / فریم‌ها، چهارچوب درها و پنجره‌ها، اندودکاری داخلی و خارجی، سنگ‌کاری‌ها، کاشی‌کاری‌ها، اجرای سرامیک فضاها، اجرای تأسیسات برقی و مکانیکی روکار و نصب آن‌ها، نصب در و پنجره‌ها، نصب شیرآلات، نقاشی، رنگ‌کاری، اجرای کاغذ دیواری، نصب کابینت‌های آشپزخانه، اجرای هواکش‌ها و اجرای نماهای ساختمان بررسی خواهند شد.

توجه	چون عوامل اجرایی نازک‌کاری دارای مهارت‌های مختلف است، از این‌رو امکان اجرای هم‌زمان قسمت‌های مختلف ساختمان وجود دارد. بنابراین در این بخش نیازی به توالی اجرا نبوده و هر قسمت مستقلاً بررسی خواهد شد.

۳-۲- نصب فریم‌ها، چهارچوب درها و پنجره‌ها

برای نصب چهارچوب‌ها (با فریم یا بدون فریم) و فریم پنجره‌ها ابتدا خط ترازی با ارتفاع معین از تراز کف تمام‌شده را مشخص کرده و تمام فضاهای طبقه با تراز به دست‌آمده با دوربین نقشه‌برداری یا ریسمان کار، شلنگ تراز، تراز لیزری خط‌کشی می‌شود.

از خط تراز اجراشده برای کلیهٔ نصب‌ها مانند کلیدها، پریزها، شیرآلات، رادیاتورها، چهارچوب درها و پنجره‌ها استفاده خواهد شد.

اگر چهارچوب درها فلزی باشند، بهتر است قبل از اجرای خاک گچ نصب و شاقولی گردد، سپس فضای خالی بین چهارچوب و دیوار را با ملات ماسه‌سیمان پر کرده و این عمل ایستا ماندن چهارچوب‌ها و توان تحمل وزن درها را سبب می‌شود.

در صورتی که چهارچوب‌ها چوبی باشد، بهتر است ابتدا در محل بازشوها فریم فلزی که از قوطی ۵۰×۳۰ یا ۶۰×۳۰ ساخته شده باشد، نصب شده و چهارچوب‌ها را هنگام نازک‌کاری به فریم‌های اجراشده نصب نمود.

در مورد پنجره‌ها نیز باید عیناً ابتدا فریم‌های فلزی با ابعاد گفته شده در بازشوی پنجره‌ها نصب کرده و پنجره‌ها را بعد از نازک‌کاری و تکمیل نماها نصب نمود.

۳-۳- نمای ساختمان

جداره‌های بیرونی ساختمان نما نامیده می‌شود. یک پروژهٔ ساختمانی امکان وجود چندین نما وجود دارد که با توجه به اهمیت آن‌ها از نظر منظر شهری به نماهای اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند.

۳-۳-۱- مصالح نما

مصالحی که در نما به کار می‌رود تابع فرهنگ، شرایط جوی و امکانات محل می‌باشد. مصالح رایجِ نما در کشور ما عبارتنداز: آجر، سنگ، سنگ‌های تزئینی، سیمان، شیشه و سرامیک.

۳-۳-۲- اجرای نماهای ساختمان

نماهای ساختمان بهتر است قبل از اجرای گچ سفید فضاها اجرا شوند تا رطوبت حاصل از ملات پشت مصالحِ نما باعث تخریب و تغییر رنگ گچ سفید یا دیگر مصالح رویهٔ نهایی دیوارها نشود.

۳-۳-۳- اجرای نمای آجر ۳ سانت یا ۵ سانت

اگر نمای داده‌شده در طراحی، آجر ۳ یا ۵ سانت باشد، ابتدا باید هزاره اجرا گردد. (هزاره به قسمتی از نما گفته می‌شود که در تراز پایین‌تر از اولین رگ آجر چینی اجرا می‌شود).

مصالح، ابعاد و نحوهٔ چیدمان هزاره توسط طراح نما ارائه می‌گردد.

به‌عنوان نمونه هزاره‌ای بررسی می‌شود که از سنگ‌هایی با عرض ۴۰ سانتی‌متر که به صورت عمودی و با ارتفاع ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر چیده شده و روی آن‌ها با یک یا دو ردیف فتیله سنگ که روی‌هم قرار گرفته شده باشد اشاره می‌شود.

در اجرای هزاره از تراز و شمشه استفاده می‌شود تا شاقولی و تراز بودن آن‌ها کنترل شده، سپس پشت سنگ‌ها دوغاب سیمان ریخته می‌شود.

پس از اجرای هزاره، اولین رگ آجر چیده می‌شود. این رگ و رگ‌های بعدی افقی یا عمودی چیده می‌شود. هم‌چنین با آجر می‌توان طرح‌های زیبایی آفرید. از آن جمله به طرح‌های سنتی و مدرن می‌توان اشاره کرد.

آجرها توسط شمشه‌های مخصوص که به شکل نبشی بوده و قسمتی از نبشی بین آجرها قرار می‌گیرند و ضخامتی در حدد ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر دارند، چیده می‌شوند. آجرهای هر رگ باید هم‌تراز بوده و شاقولی باشند.

پس از اتمام آجرکاری فاصله آجرها با قلم مخصوص، بندکشی می‌شود. ملات بندکشی از ماسه بادی و سیمان یا پودر خاک سنگ و سیمان تشکیل می‌شود.

پس از اتمام آجرکاری نما، سطح آجرها با محلول آب و جوهر نمک شسته شده و در پایان سطح آجرها را با آب خالص شستشو داده تا جوهر نمک از روی سطح نمای آجری زدوده شود.

معمولاً پس از خشک شدن نما روی آجرها شوره ایجاد می‌شود که این شوره‌ها به دلیل نوع خاکی است که آجر از آن ساخته شده است. این شوره‌ها به مرور زمان از بین خواهند رفت.

چند نکته

۱- قبل از اجرا، آجرها به وسیلهٔ چرخ‌های تراش برقی گونیا و صیقلی شوند.
۲- در محل تلاقی دو ضلع یا دو سطح، آجرها به وسیله چرخ‌تراش مثلثی شوند. (فارسی‌بر)
۳- آجرها قبل از کار گذاشتن خیس شوند. این عمل باعث می‌شود آب ملات سیمان پشت آجر توسط آجر جذب نشده در نتیجه ملات سیمان به طور طبیعی خشک شود.
۴- در محل پنجره‌ها و بازشوها یک قاب با آجر یا سنگ اجرا شود به طوری که قاب ساخته‌شده در تراز فریم پنجره باشد.

۳-۳-۴- نمای سیمانی

نمای سیمانی در اشکال مختلف مانند نمای تخته ماله‌ای، تگرگی، چکشی، سیمان شسته، رومی و رومی کلاسیک اجرا می‌شود.

۳-۳-۴-۱- مراحل اجرا

نماهای سیمانی نیز مانند اجرای نمای آجری اغلب دارای هزاره می‌باشند.

پس از اجرای هزاره زیرکار یا آسترِ نما که لایه‌ای از ملات ماسه‌سیمان است اجرا می‌گردد.

این سطح کاملاً مسطح بوده و یکنواخت اجرا می‌شود. در اجرای لایهٔ آستر ابتدا سطح نما توسط شمشه‌های بلند کرم‌بندی شده و پس از آن، فاصلهٔ کُرم‌ها با ملات ماسه‌سیمان پر شده و با استفاده از شمشه ماله صاف و به مدت ۳ تا ۴ روز کاملا مرطوب نگه داشته می‌شود.

پس از خشک شدن لایهٔ زیرین، لایهٔ رویی که معمولاً از سیمان سفید و پودر خاک‌سنگ می‌باشد روی لایهٔ زیرین اجرا می‌شود. این لایه با استفاده از ابزارها و شابلون‌ها، طرح‌های داده‌شده بر اساس جزئیات طرح را به وجود می‌آورد.

اگر در نما طرح هندسی یا برجسته پیش‌بینی شده باشد، ابتدا باید با شاسی‌کشی و رابیتس‌بندی طرح‌های داده‌شده را ایجاد کرده، سپس سیمان کاری روی آنها انجام گیرد.

اگر نما از سیمان شسته باشد در این حالت پس از زیرسازی، ملات خمیری شامل سیمان و پودر سنگ را روی نما اجرا نموده و قبل از خشک شدن، سنگدانه‌های ریز رنگی را روی ملات خمیری پاشیده و با فشار ملایم، سنگ‌دانه‌ها را به داخل ملات خمیری هدایت و با تخته ماله سطح را مسطح کرده و با استفاده از اسفنج مرطوب ناصافی‌ها از بین برده شود.

۳-۳-۵- نماهای سنگی

سنگ‌هایی که در نما مورد استفاده قرار می‌گیرند، بسیار متنوع بوده و تقریباً در همهٔ استان‌ها و شهرهای کشور معادن سنگ با خواص فیزیکی و شیمایی متفاوتی وجود دارد. نوع سنگ نما و روش اجرای آن بستگی به طرحی دارد که طراح پروژه می‌دهد. آنچه باید در اجرا مورد توجه قرار گیرد، میزان درگیری سنگ با ملات پشتش می‌باشد.

سنگ‌هایی برای نما مناسب‌اند که دارای منافذ باز باشند (مانند سنگ‌های تراورتن و جوشقان و....) وجود منافذ سبب چسبندگی بیشتر سنگ به نما می‌شود.

اگر رویهٔ سنگی که به نما متصل خواهد شد صاف و صیقلی باشد (مانند سنگ‌های مرمر، مرمریت، ونیریز و...) لازم است این نوع سنگ‌ها اسکوپ شوند. برای اجرای اسکوپ، با فرز شکاف‌هایی در پشت سنگ ایجاد کرده و سپس سیم رابیتس‌بندی را از داخل شکاف‌ها عبور داده و در آن‌جا به هم گره زده یک قطعه میلگرد به انتهای گره متصل نمود.

تعداد اسکوپ پشت سنگ به ابعاد سنگ بستگی دارد. اسکوپ‌ها باعث گیرداری سنگ در ملات پشت سنگ شده و دوام نما را افزایش می‌دهند.

شکل ۲-۱- اسکوپ

۳-۳-۵-۱- مراحل اجرای نما با سنگ

اجرای نما با سنگ نیز مانند اجرای نما با آجر می‌باشد به شرح زیر:

۱- اجرای هزاره: هزاره نماهای سنگی اغلب سنگ با جنس و رنگ متفاوت با سنگ نما می‌باشد که نوع سنگ، ابعاد و رنگ آن در بخش جزئیات اجرایی طرح ارائه می‌شود.

۲- سنگ‌های نما می‌توانند حکمی بوده (ابعاد یکسان) یا طولی باشند، آن‌ها را روی نما قرار داده و با نگهدارنده‌هایی آن‌ها را ثابت نموده و پس از اطمینان از تراز و شاقولی بودن سنگ‌های چیده‌شده پشت آن‌ها با ملات ماسه‌سیمان نرم پر می‌شود.

۳- پس از اتمام سنگ‌کاری نما، فاصلهٔ سنگ‌ها بندکشی می‌شود.

۴- سنگ‌هایی که دارای منافذ هستند باید منافذ رویهٔ سنگ با سیمان سفید یا رزین در سنگ‌بری یا پس از اجرای نما پر شوند.

۵- در فصول گرم، نما به مدت ۴۸ ساعت خیس نگه داشته شود تا ملات پشت سنگ به مقاومت لازم برسد.

۳-۳-۶- نمای شیشه‌ای

اگر نمای پروژه با شیشه طراحی شده باشد، با توجه به لزوم ایمن بودن این نماها، اجرای آن نیاز به دقت و مهارت بالا داشته و باید توسط عوامل اجرایی ماهر اجرا شود.

۳-۳-۶-۱- انواع نماهای شیشه‌ای

نماهای شیشه‌ای متداول عبارتند از:

۱- نمای شیشه‌ای فریم‌لس

برای اجرای این نوع نما، سطح نما با پروفیل‌های فلزی ۴۰×۴۰ شبکه‌بندی می‌شود. این شبکه‌بندی جهت نصب فریم‌های آلومنیومی است که شیشه را در بر می‌گیرند. فریم‌ها مجهز به لاستیک‌های هوابند و آب‌بند می‌باشند. این لاستیک‌ها دور تا دور شیشه نصب می‌شوند.

فریم‌های آلومنیومی پس از اجرای کامل نازک‌کاری، نصب می‌شوند تا از صدمه دیدن و کثیف شدن آن‌ها جلوگیری شود.

۲- نمای کرتین وال شیشه‌ای

این نماها از ترکیب پروفیل‌های آلومینیومی که وظیفهٔ سازه‌ای نما را دارند و صفحات پوششی که از جنس شیشه می‌باشند، تشکیل می‌شوند.

نکته می‌توان به جای شیشه از صفحات آلومنیومی با رنگ‌های مختلف استفاده کرد.

شکل ۲-۲- نمای شیشه بدون فریم

۳-۴- اجرای سقف کاذب سرویس‌های بهداشتی

ارتفاع طبقات پروژه بستگی به نوع کاربری پروژه و فضاها دارد و اغلب از ۳ متر بیشتر است. (در منازل مسکونی حدود ۲۹۰ سانتی‌متر و در پروژه‌های تجاری ۴۰۰ سانتی‌متر و بیشتر) بنابراین ارتفاع سرویس‌های بهداشتی باید کاهش داده شود. برای این کاهش سقف‌های کاذب اجرا می‌شوند.

۳-۴-۱- انواع سقف‌های کاذب

نوع و اجرای سقف‌های کاذب متنوع بوده و بستگی به طرح‌های داده شده دارد. ذیلاً اجرای چند نمونه سقف کاذب بررسی می‌شود:

۱- سقف کاذب با مصالح بنّایی

در این نوع سقف‌های کاذب از نبشی یا سپری و آجر استفاده می‌شود. سقف‌ها نبشی‌کشی می‌شوند، سپس فاصله بین نبشی‌ها با آجر به صورت ضربی تخت پوشیده می‌شوند. (در ضربی تخت آجرها از بعد کم به هم متصل می‌شوند.)

می‌توان به جای ضربی تخت از سنگ‌های تزئینی، تایل‌های سبک و یا موزاییک استفاده نمود.

۲- سقف کاذب با استفاده از رابیتس

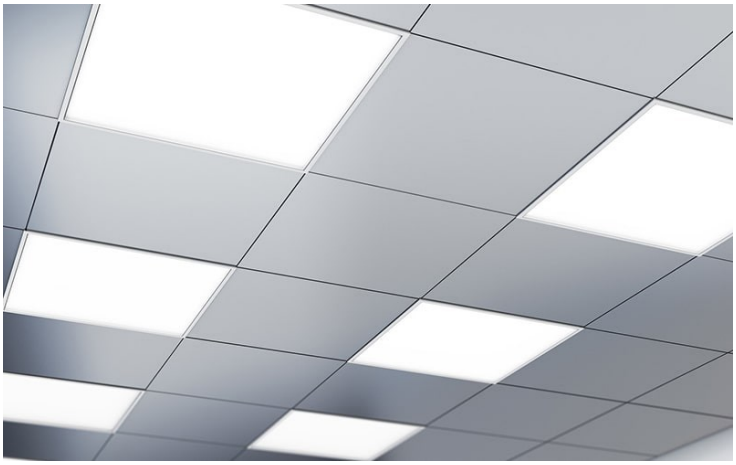
در این نوع سقف‌های کاذب، پس از نبشی‌کشی سقف، رابیتس‌ها را به نبشی‌های اجراشده متصل نموده سپس سطح رابیتس‌ها با سیمان سفید یا گچ و یا دیگر مصالح، پوشیده می‌شود. اگر برای زیرسقف کاذب طرح‌های تزئینی داده شده باشد، قبل از خشک شدن سیمان سفید یا گچ طرح‌های داده‌شده اجرا می‌شوند.

۳- سقف کاذب پلیمری

امروزه برای اجرای سقف کاذب محصولات متنوع پلیمری با طرح‌ها و اشکال گوناگون وجود دارد. در اجرای این نوع سقف‌ها مصالح پلیمری انتخاب‌شده به هم کلاف شده و به نگهدارندهٔ اجراشده (ساپورت‌ها) متصل می‌شوند.

چند نکته

۱- سقف‌های کاذب پس از کاشی‌کاری اجرا می‌شوند.
۲- اگر دیوارهای فضایی که سقف کاذب خواهد شد کاشی باشد، ارتفاع سقف کاذب طوری انتخاب شود که نیازی به برش کاشی‌های رگ آخر نباشد.
۳- اگر در اجرای اسکلت سقف‌های کاذب نیاز به جوشکاری باشد، جوشکاری‌ها قبل از کاشی‌کاری‌ها انجام شود.
۴- در صورتی که بالای سقف‌های کاذب، لوله‌های تأسیسات برقی و مکانیکی عبور خواهند کرد، قبل از اجرای سقف کلیه تأسیسات اجرا و تست شده و مهار شوند.
۵- اگر در فضایی بعد از کاشی‌کاری نیاز به جوشکاری باشد، سطح کاشی‌ها را باید با گل پوشاند یا کف صابون روی کاشی‌ها کشید تا سطح کاشی‌ها صدمه نبیند.



شکل ۲-۳- سقف کاذب

۳-۵- کاشی‌کاری

۳-۵-۱- مراحل اجرا کاشی‌کاری سرویس‌های بهداشتی

۱- تراز تمام‌شدهٔ فضاها با دوربین‌های نقشه‌برداری یا شیلنگ تراز و یا با تراز لیزری تعیین می‌شود.
۲- تراز زیر اولین رگ کاشی‌ها مشخص شده و تا آن تراز ماسهٔ نرم ریخته می‌شود.
۳- کاشی‌های رگ اوّل با استفاده از نگه‌دارنده‌ها چیده شده و با خمیر گل رُس از دیوار فاصله گرفته و نگه داشته می‌شوند.
۴- پشت‌کاشی‌ها ملات ریخته و با شمشه و تراز صحت اجرا کنترل می‌گردد.
۵- اگر در طرح‌های داده‌شده نوار کاشی یا نوع و شکل کاشی دیگری طراحی شده باشد، در ترازها و محل‌های مشخص‌شده این موارد نیز اجرا می‌شوند.
۶- پس از اجرای رگ اول به ترتیب دیگر رگ‌ها مشابه اولین رگ اجرا می‌شوند.
۷- پس از گذشت حداقل ۴۸ ساعت درزهای بین کاشی‌ها بندکشی می‌شوند. ممکن است کاشی‌کاری بدون درز اجرا شود.

۳-۵-۲- مراحل اجرای کاشی‌کاری آشپزخانه‌ها

۱- در اغلب آشپزخانه‌ها فقط بین کابینت‌های بالا و پایین کاشی می‌شود.
معمولاً فاصلهٔ بین کابینت‌های بالا و پایین حدود ۶۰ سانتی‌متر است. این فاصله با کاشی‌های تزئینی و با چیدمان‌های متفاوتی که در طراحی داده شده باشد، اجرا می‌شود.
روش اجرا: دقیقاً همانند کاشی‌کاری سرویس‌های بهداشتی (بدون درز) می‌باشد.

شکل ۲-۴- نمای یک آشپزخانه

۲- در بعضی آشپزخانه‌ها محل‌های دیگری از آشپزخانه کاشی‌کاری می‌شوند. این مورد در طرح سه‌بعدی آشپزخانه و جزئیات معماری آن مشخص می‌شود.

یکی از محل‌هایی که کاشی می‌شود پشت کابینت‌ها است. کاشی‌کاری پشت کابینت‌ها به منظور ایجاد سطح یکنواخت و عاری از خلل و فرج بوده که به بهداشت آشپزخانه کمک می‌کند.

چند نکته

۱- در کاشی‌کاری بین کابینت‌ها به محل قرار گرفتن کلیدها و پریزهایی که در کاشی قرار می‌گیرند توجه شده و با برش کاشی امکان اجرای آنها فراهم می‌شود.

۲- می‌توان پریزها و کلیدها را در زیر کابینت‌ها اجرا نمود. این امر بستگی به طرح‌های داده‌شده دارد. در این حالت نیازی به بریدن کاشی‌های بین کابینت‌ها نمی‌باشد.

۳-۶- گچ‌کاری و گچ‌بری

گچ‌کاری ساختمان بعد از اجرای نما، کاشی‌کاری سرویس‌ها، لوله‌گذاری سیستم برق، تعبیهٔ قوطی‌های کلید و پریز و اجرای لوله‌های شوفاژ (در صورتی که داخل دیوارها باشند) آغاز می‌شود.

گچ‌کاری ساختمان در چند مرحله انجام می‌شود؛ گچ‌کاری سقف‌های مشخص‌شده در طرح، گچ‌کاری دست بالای دیوارها و گچ‌کاری دست پایین دیوارها از آن جمله می‌باشد. این مراحل عیناً برای سقف‌ها، بدنه‌های راه‌پله‌ها نیز صادق است.

۳-۶-۱- گچ‌کاری سقف‌ها

برای گچ‌کاری سقف‌های مشخص‌شده در طرح، پس از آماده کردن زیر پای گچ‌کار به طوری که بتواند با حرکت بر روی سازهٔ ایجادشده، کلیهٔ قسمت‌های سقف را گچ‌کاری نماید. کمک گچ‌کار خمیر گچ را

آماده کرده و به گچ‌کار که دارای مهارت لازم است تحویل می‌دهد. گچ‌کار خمیر گچ را روی تختهٔ گچ‌کاری قرار داده و با مالهٔ مخصوصِ گچ‌کاری سقف را گچ می‌کند.

برای ایجاد سطحی صاف و صیقلی، گچ‌کار باید مالهٔ گچ‌کاری را با سقف تحت زاویه ۳۰° و به صورت رفت و برگشت گچ‌کاری نماید.

چند نکته

۱- اگر در سازهٔ سقف تیرآهن وجود داشته باشد، قبل از گچ‌کاری روی تیرآهن‌ها با ملات سیمان سفید و پودر سنگ پوشیده شود، این عمل باعث می‌شود:
- سقف در محل تیرآهن‌ها ترک برندارد.
- چسبندگی گچ روی تیرآهن‌ها تأمین شود.
- رطوبت موجود در فضاها باعث تغییر رنگ سقف در محل تیرآهن نشود.

۲- اگر منظور ایجاد سقفی کاملاً صاف، صیقلی و تراز باشد، گچ‌کاری باید به روش شمشه‌ای انجام گیرد. برای گچ‌کاری به صورت شمشه‌ای زیرکار (خاک‌گچ) باید شمشه‌ای اجرا شده باشد.

۳- گچی که برای گچ‌کاری و گچ‌بری استفاده می‌شود، بسیار نرم بوده و باید مخصوص سفیدکاری تهیه شده باشد. در غیر این صورت گچ را الک کرده (الک ریز) و ذرات درشت آن گرفته شود.

۴-چون گچ زودگیر است، اغلب نمی‌توان سطحی کاملا صاف به وجود آورد. برای اجرای سقف صاف پس از گچ‌کاری لایه‌ای نازکی گچ کشته روی سطح گچ اجراشده کشیده می‌شود.

۳-۶-۲- گچ‌کاری دیوارها و بدنه‌ها

پس از اتمام گچ‌کاری سقف‌ها، گچ‌کاری دست بالای دیوارها شروع می‌شود. روش کار مانند گچ‌کاری سقف‌ها می‌باشد. دیوارها تا حدود یک متر مانده به کف گچ‌کاری می‌شوند.

اگر پوشش کف‌ها سنگ یا سرامیک باشد، گچ دست پایین دیوارها پس از نصب حاشیه‌ها اجرا می‌شود.

اگر پوشش کف پارکت یا کف‌پوش باشد دست پایین و بالا گچ‌کاری شده سپس کف‌سازی می‌شود. در این حالت اغلب قرنیزی از جنس پارکت یا چوب در محل تلاقی دیوار و کف اجرا می‌گردد.

۳-۶-۳- گچ‌کاری سقف‌های کاذب

اگر پوشش سقف‌های کاذب گچ سفید باشد، پس از رابیتس‌بندی سقف کاذب گچ‌کاری می‌شود.

توجه

اگر لوله‌های تأسیسات برقی و مکانیکی در بالای سقف کاذب پیش‌بینی شده باشد، باید قبل از رابیتس‌بندی اجرا شوند.

۳-۶-۴- گچ‌بری و آینه‌کاری

اگر در طراحی داخلی برای سقف‌ها و دیوارهای پروژه گچ‌بری یا آینه‌کاری پیش‌بینی شده باشد؛ گچ‌بری‌ها و آینه‌کاری‌های سقف‌ها قبل از برچیدن چوب‌بست‌ها اجرا می‌شوند.

گچ‌بری‌ها حکم تزئینی داشته و اغلب همراه با نورپردازی‌ها و ایجاد نورهای مخفی اجرا می‌شوند.

گچ‌بری‌ها یا توسط کارگران ماهر اجرا می‌شود و یا به صورت آماده و پیش‌ساخته تهیه شده و نصب می‌گردند.

شکل ۲-۵- گچ‌بری‌های خانهٔ بروجردی‌های کاشان

۳-۷- اجرای پله‌ها

ممکن است در یک پروژه سه نوع پله وجود داشته باشد:

الف. پله‌های طبقات ب. پله‌های داخلی پ. پله‌های فرار

۳-۷-۱- اجرای پله‌های طبقات

در بند ۱-۱۱-۱۵-۱ بخش اول، اجرای سازهٔ پله در دو حالت فلزی و بتنی بررسی گردید. در این بخش اجرای کف و زیرپله، پله‌ها بررسی می‌شود. اغلب مصالح کف و زیرپله‌ها سنگ، چوب، سرامیک یا شیشه می‌باشد.

۳-۷-۱-۱- مراحل اجرای پله با سنگ

- سنگ‌های کف و زیرپله‌ها با توجه به نوع سنگ و ابعادی که در جزئیات طراحی داده شده باشد، تهیه می‌شود.
- تراز کف تمام‌شدهٔ کلیهٔ طبقات مشخص می‌شود.
- تعداد پله با ارتفاع هر پله در رمپ‌های مختلف راه‌پله تعیین می‌گردد.
- کف تمام‌شدهٔ پایین‌ترین طبقه و کف تمام‌شدهٔ اولین ایستگاه مشخص می‌شود.
- اولین زیرپله بر روی تراز تمام‌شدهٔ پایین‌ترین طبقه قرار گرفته و پشت آن پس از تراز و شاقولی شدن با ملات ماسه سیمان پر می‌شود.
- با استفاده از ملات ماسه‌سیمان نرم زیرسازی اولین کف پله آماده شده و سنگ کف پله روی آن قرار گرفته و تراز می‌شود.
- پله‌های بعد عیناً تکرار می‌شوند.
- توجه شود پله‌های هر رمپ در محل چشم پله در یک امتداد باشند.
- اگر سنگ بغل پله طولی طراحی شده باشد، سنگ کف پله حدود ۲ سانتی‌متر (برابر ضخامت سنگ بغل پله) از دیوار فاصله داشته باشد. در غیر این صورت پس از اجرای سنگ‌های کف، بغل پله‌ها روی کف پله‌ها اجرا می‌شوند.
- کف پله‌ها شیب بسیار کمی به سمت لبه پله داشته باشند. (جهت شستشو)
- سنگ‌های کف پله به اندازه ۲ سانتی‌متر از زیرپله جلوتر اجرا می‌شوند.
- سنگ‌های کف پله به اندازه ۲ سانتی‌متر از دیوارهٔ بغل‌پله واقع در چشم پله، جلوتر اجرا می‌شوند.
- به نورپردازی‌های زیرپله و بغل پله توجه شود. در بعضی از پروژه‌ها برای بغل‌پله لامپ‌های مخصوص توکار و برای زیرپله‌ها نور مخفی طراحی می‌شود.
- ممکن است سنگ‌های بغل‌پله جهت زیبایی با ابزار طراحی شده باشند.
- پس از اجرای کامل پله‌ها، مرحله تکمیل گچ سفید دیوارهای راه‌پله می‌باشد. در این مرحله گچ سفید دیوارها تا سنگ بغل پله ادامه داده می‌شود.

۳-۷-۲- اجرای پله‌های داخلی ساختمان

پله‌های داخلی اغلب تزئینی بوده و بیشتر در ساختمان‌های دوبلکس اجرا می‌شوند.

این گونه‌پله‌ها می‌توانند به صورت رفت و برگشتی، چند رمپی، پله‌های پیچی و یا منحنی طراحی شده باشند.

اجرای این پله‌ها همانند پله‌های طبقات بوده ولی اسکلت آن‌ها ممکن است متفاوت باشد.

به طور مثال شاسی این پله‌ها می‌تواند یک عضوی یا چند عضوی باشد. همچنین شاسی پله‌های پیچ اغلب لوله بوده که کف پله‌ها به آن‌ها متصل می‌شوند.

۳-۷-۳- اگر پروژه ساختمانی الزام به داشتن پلهٔ فرار باشد (مبحث سوم مقررات ملّی ساختمان)

عرض و ارتفاع پله‌ها به تعداد طبقات و نوع کاربری ساختمان و هم‌چنین تعداد نفراتی که در هر طبقه ساکنند، بستگی داشته و توسط طراح پروژه تعیین می‌شود.

در اجرای پلهٔ فرار یا پله‌های اضطراری به نکات زیر توجه شود:

- تمام واحدها به پلهٔ فرار دسترسی داشته باشند.
- پلهٔ فرار از پشت‌بام تا کف مشرف به فضای آزاد مانند خیابان یا حیاط ادامه داشته باشد.
- ابعاد پلهٔ فرار ثابت باشد.
- پاخورها نباید صاف و صیقلی باشند.
- طرفین پله فرار به نرده یا گارد محافظی با ارتفاع حداقل ۹۰ سانتی‌متر مجهز باشند.
- برای پله فرار باید سقفی جهت محافظت در قبال برف و باران و سقوط اشیا اجرا شود.
- پلهٔ فرار مجهز به روشنایی بوده به طوری که با نصب سنسور خاموش و روشن شود.
- درهای طبقات به خارج طبقه باز شوند.

۳-۷-۴- نرده پله

کلیه پله‌ها مجهز به نرده بوده که مشخصات آن‌ها توسط طراح پروژه ارائه می‌شود.

شکل ۲-۶- پله و نرده‌های هتل عباسی اصفهان

۳-۸- نقاشی، رنگ‌کاری و نصب کاغذ دیواری

نقاشی، رنگ‌کاری و نصب کاغذ دیواری از آخرین مراحل اجرای نازک‌کاری پروژه است.

۳-۸-۱- نقاشی ساختمان

در نقاشی ساختمان، رنگ‌ها از نظر مشخصات فنی رنگ و کاربرد بسیار متنوع هستند. سه نوع رنگی که کاربرد زیادی در ساختمان دارند، رنگ پلاستیک، رنگ روغن و رنگ اکریلیک است.

۳-۸-۱-۱- رنگ پلاستیک

این رنگ از رنگ‌های متداول و پرکاربرد در ساختمان می‌باشد. رنگ پلاستیک در دو نوع تمام پلاستیک و نیمه‌پلاستیک تولید می‌شود که نوع تمام پلاستک آن قابل شستشو است.

از این رنگ بیشتر جهت نقاشی سقف‌ها استفاده می‌شود. یکی از علل استفاده از آن در سقف‌ها عبور گرما و رطوبت هوای اتاق‌ها است. زیرا اگر در نقاشی سقف‌ها از رنگ روغن استفاده شود، در زمستان رطوبت و بخار موجود در هوای اتاق در برخورد با رنگ روغن تبدیل به قطرات آب شده و جاری می‌شود.

رنگ پلاستیک نیاز به زیرسازی (بتونه کاری) ندارد ولی ممکن است در بعضی قسمت‌های سقف نیاز به ترمیم و تسطیح داشته که در این حالت از بتونه یا گچ مرده استفاده می‌شود.

۳-۸-۱-۲- رنگ روغن

رنگ روغن مورد استفاده در ساختمان‌ها در دو نوع مات و براق تولید می‌شود. رنگ براق باعث انعکاس نور خصوصاً در شب می‌شود و رنگ مات نور را جذب کرده و باعث نمایان شدن پستی بلندی‌های گچ زیر رنگ می‌شود. بنابراین بهتر است برای نقاشی دیوارها از رنگ نیمه‌مات (ترکیب دو نوع رنگ به طور مساوی) استفاده شود.

در اجرای رنگ روغن روی سطوح گچی ابتدا سطح کار را با روغن الیف پوشانده سپس جهت ایجاد سطح صاف از بتونهٔ روغنی استفاده می‌شود.

بتونه روغنی، زبری و ناصافی سطح را از بین می‌برد. پس از بتونه‌کاری، سطح با سنبادهٔ نرم صاف و یکنواخت شده و پس از اطمینان از یکنواختی و هم‌سطح شدن ناصافی‌ها و زبری‌ها، حداقل دو لایه رنگ روغن بر روی آن سطح اجرا می‌شود.

در نقاشی از دو نوع بتونه روغنی و سنگی استفاده می‌شود.

بتونه روغنی برای نقاشی سطوح داخلی و بتونه سنگی برای نقاشی سطوح خارجی و فلزات مناسب می‌باشند.

۳-۸-۱-۳- نقاشی با رنگ اکریلیک

نقاشی با رنگ اکریلیک: این رنگ به علت مقاومت بالا در برابر رطوبت، درخشندگی و براقی مناسب، جهت نقاشی بر رنگ روغن ترجیح دارد.

این رنگ علاوه بر مزیت‌های فوق، بی‌بو بوده و خشک شدن آن نیز سریع صورت می‌گیرد. علاوه بر این رنگ‌ها ممکن است در ساختمان رنگ‌های دیگری مانند رنگ بلکا و رنگ پتینه نیز استفاده شود.

۳-۸-۲- رنگ‌کاری

رنگ‌کاری بیشتر در چوب‌کاری‌های پروژه استفاده می‌شود.

برای چوب‌کاری از رنگ‌هایی چون روغن جلا، کیلر، نیم پلی‌استر، پلی‌استر و اپوکسی استفاده می‌شود. نحوهٔ اجرای آن‌ها مشابه هم هستند.

۳-۸-۲-۱- نحوه اجرای رنگ‌کاری

- ابتدا سطح کار با چرخ پوست، براده‌برداری شده و کلیهٔ ناهمواری‌ها و پستی‌بلندی‌های آن برداشته می‌شود.
- در این مرحله سطح کار بتونه شده تا زبری‌ها و فرورفتگی‌ها گرفته شوند.
- پس از مرحلهٔ بالا سطح قطعه را با سنباده صاف کرده و اضافه‌های بتونه از روی سطح کار برداشته می‌شود.
- لایهٔ اول رنگ مورد نظر با پیستوله روی کار پاشیده می‌شود.
- یک بار دیگر سطح کار بتونه شده و پس از آن سنباده زده می‌شود.
- دست دوم، رنگ با پیستوله روی قطعه پاشیده می‌شود.

رنگ پلی‌استر در دو حالت تک مواد و دو مواد اجرا می‌شود؛ نوع دو مواد آن دوام بیشتری داشته و در رطوبت تغییر شکل و رنگ نمی‌دهد.

۳-۸-۳- کاغذ دیواری

کاغذ دیواری یکی دیگر از پوشش‌های سطوح دیوارهای داخلی ساختمان‌ها است که بیشتر جنبه تزئینی دارد و جایگزین رنگ می‌شود.

برای نصب کاغذ دیواری باید از خشک بودن سطحی که کاغذ دیواری بر روی آن نصب خواهد شد، اطمینان حاصل کرد. روش نصب کاغذ دیواری به شرح زیر می‌باشد:

- با بتونه کاری و سنباده‌زنی سطح دیوار صاف و صیقلی می‌گردد.
- در این مرحله سطح کار با روغن الیف پوشیده می‌شود.
- سطح کار به چسب مخصوص آغشته می‌گردد.
- در این مرحله کاغذ دیواری را روی کار قرار می‌دهند.

در اجرا به طرح داده شده توجه شده و کاغذها را کنار یکدیگر قرار داده و با فشار دست یا چکش پلاستیکی و یا کاردک‌ها مخصوص، کاغذ دیواری صاف یک‌دست و بدون درز می‌شود.

کاغذ دیواری‌ها در انواع گوناگون تولید می‌شوند. کاغذ دیوارهای معمولی قابل شستشو نبوده ولی کاغذ دیوارهایی تولید شده که قابل شستشو هستند.

۳-۸-۳-۱- کف‌سازی

انواع پوشش کف عبارتند از کف‌پوش، موکت، پارکت، سنگ، موزائیک و سرامیک

کف‌سازی از مراحل نهایی اجرای نازک‌کاری بوده که قبل از رنگ‌آمیزی و نصب کاغذ دیواری انجام می‌گیرد.

کف‌سازی با پارکت: می‌توان برای کف واحدها از پارکت استفاده کرد.

نحوهٔ اجرا: پس از تراز نمودن کف‌ها و اجرای یک لایهٔ نازک سیمان ابتدا فوم مخصوص زیر پارکت‌ها اجرا شده سپس پارکت‌ها روی آنها قرار گرفته و درزگیری می‌شود.

شکل ۲-۱۳- کف‌سازی

فصل چهارم

تأسیسات مکانیکی و برقی

۴-۱- آسانسور

آسانسور یا آسان‌بر (بالابر) از تجهیزات لازم و پرکاربرد در ساختمان‌ها می‌باشد. مهم‌ترین نقش آن جابجائی اشخاص و وسایل می‌باشد. امروزه برای کلیه ساختمان‌های مسکونی، تجاری و اداری با هر تعداد طبقه و واحد بر وجود آسانسور تأکید می‌شود.

آسانسورها عمدتاً دو نوع هستند:

- آسانسورهای کششی
- آسانسورهای هیدرولیکی

۴-۱-۱- آسانسور کششی

در این نوع آسانسور، اتاق یا کابین آسانسور با کابل (سیم بکسل) به دور چرخ فلکه موتوری که در اتاقی بالای چاهک قرار دارد جابجا می‌شود.

آسانسورها به وزنه‌ای مجهزند که وزن آن معادل وزن کابین به اضافه وزن تعداد اشخاصی است که آسانسور به آن میزان ظرفیت طراحی شده باشد. جهت حرکتِ وزنه مخالفِ حرکت کابین است.

وزنه‌ها باعث تعادل کابین شده و در مواقع قطع برق باعث سهولت حرکت کابین می‌شوند (این عمل با آزادسازی ترمزی که در روی موتور آسانسور تعبیه شده باشد ممکن می‌شود)

آسانسورهای کششی نیاز به موتورخانه‌ای در بالای چاه آسانسور داشته که حداقل ارتفاع آن ۳ متر می‌باشد.

موتور آسانسور در بالای چاه آسانسور بر روی شاسی فلزی یا سکوی بتنی (واقع در موتورخانه) نصب می‌شود.

توجه	عمق راهروی انتظار جلوی آسانسور حداقل یک تا دو برابر عمق کابین باید باشد (طبق جدول ص ۱۲ مبحث ۱۵) و حداقل ارتفاع از روی سکوی موتورخانه تا سقف آن باید ۱۸۰ سانتی‌متر باشد.

۴-۱-۱-۱- مراحل اجرا آسانسور کششی

مراحل اجرای آسانسور کششی به شرح زیر است:

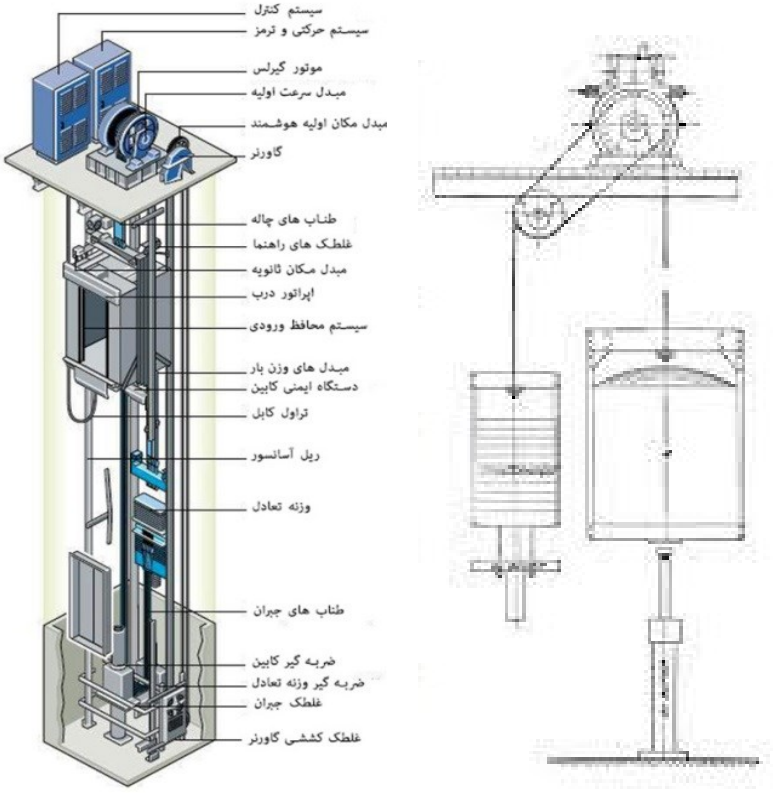
مرحله ۱- اجرای کف چالهٔ آسانسور: کف چالهٔ آسانسور حدوداً ۱۵۰ سانتی‌متر از تراز اولین توقف پایین‌تر است. این عمق جهت نصب ضربه‌گیر و همچنین جهت تأمین فضای لازم برای تعمیرات می‌باشد.

مرحله ۲- آهن‌کشی: ۴ عدد نبشی نمره ۱۰ در چهار گوشهٔ چاه نصب شده که این نبشی‌ها با ناودانی‌های نمره ۸ در تراز طبقات مهار می‌شوند. همچنین نبشی‌های نمره ۱۰ در اضلاعی که بازشو ندارند، با ناودانی نمره ۸ به صورت × بادبندی می‌شوند.

این عمل جهت تأمین تکیه‌گاه مناسب براکت‌هایی صورت می‌گیرد که برای نصب ریل‌های کابین و ریل‌های وزنه مورد نیاز است.

توجه شود آهن‌کشی باعث کاهش ابعاد آسانسور نشود.

مرحله ۳- دیوارکشی اطراف چاه آسانسور: اضلاعی که بازشو ندارند با آجر سفال یا بلوکه و یا با بستن رابیتس و اندود مناسب روی آن، از دیگر فضاها جدا می‌شود.



شکل ۴-۱- آسانسور کششی

پس از دیوارکشی، داخل چاه آسانسور با سیمان سفید یا گچ سفید اندود گشته تا سطح یک نواختی به وجود آید.

مرحله ۴- دیوارچینی اطراف درهای آسانسور: عرض درِ آسانسور بستگی به ظرفیت و ابعاد کابین آسانسور دارد. (معمولاً بازشوی در حدود ۸۰ سانتی‌متر می‌باشد.) پس از اجرای مراحل ۲ و ۳ فریم‌های درهای آسانسور نصب می‌شوند. سپس دیوارهای اطراف فریم‌ها با آجر سفال یا بلوکه‌های سفالی یا سیمانی و یا رابیتس‌بندی پوشیده می‌شود (بجز پائین‌ترین بازشو).

نمای آجرچینی دیوارهای اطراف آسانسور و درها نباید در داخل چاه اجرا شوند. با این عمل ابعاد چاه کاهش نیافته و سطوح دیوارهای داخل چاه فاقد پستی و بلندی خواهند بود. ضمناً دیوارهای اطراف چاه آسانسور از داخل اندود سیمان سفید و یا گچ سفید می‌شوند.

مرحله ۵- موتور آسانسور در موتورخانه نصب می‌شود.

مرحله ۶- در این مرحله کابین آسانسور به داخل چاه در پایین‌ترین بازشو هدایت می‌شود.
مرحله ۷- درهای طبقات نصب می‌شوند.
مرحله ۸- کابین با کابل و سیم بکسل به چرخ فلکه موتور متصل می‌شود.
مرحله ۹- در این مرحله از اجرا به موتور و کابین آسانسور و پنل دکمه، برق‌رسانی می‌شود.
برق آسانسور سه فاز بوده که آمپر آن بستگی به نوع موتور آن دارد. برق به تابلوی فرمانی که در اتاقک موتورخانه نصب شده باشد وارد شده و از آنجا به قسمت‌های مختلف منشعب می‌شود. هر خط دارای فیوزی با ظرفیت و آمپر معلوم خواهد بود.
مرحله ۱۰- نصب UPS جهت تأمین برق اضطراری برای زمان‌هایی که برق قطع می‌شود.
مرحله ۱۱- راه‌اندازی آسانسور توسط شرکت مجری و طی مراحل اخذ استاندارد آخرین مرحلهٔ اجرا می‌باشد. ضمناً آسانسورها برای مدت معلوم گارانتی خواهند داشت.
مرحله ۱۲- عقد قرارداد نگهداری با یکی از شرکت‌های صاحب صلاحیت، از مراحل مهّم است.

۴-۱-۲- آسانسورهای هیدرولیکی

در آسانسورهای هیدرولیکی عامل جابجایی کابین جک هیدرولیکی است که توسط پاور یونیت، کابین و مسافران جابه‌جا می‌شود.
در آسانسورهای هیدرولیکی کابین به جکی متصل است که جک با یک تک‌سیلندر و پیستون هیدرولیکی حرکت می‌کند.
کابین می‌تواند از بغل یا از زیر به جک متصل شود.

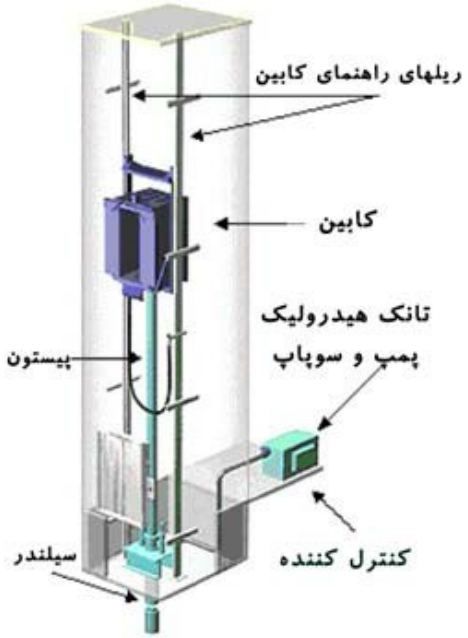
۴-۱-۲-۱- مکانیزم آسانسورهای هیدرولیکی

با فرمانی که توسط دکمه‌های روی شاسی داخل کابین داده می‌شود، موتور روشن شده و در نتیجه تلمبه‌ای روغن را از مخزن به جک پمپاژ کرده و با پر شدن ظرفیت جک، جک شروع به حرکت کرده و کابین را به بالا منتقل می‌کند. زمانی که کابین به طبقه موردنظر رسید، تلمبه خاموش شده و مقدار معین و ثابتی روغن در مخزن جک هیدرولیکی وجود خواهد داشت.

چند نکته

۱- آسانسورهای هیدرولیکی برای ساختمان‌هایی با تعداد طبقات محدود (حداکثر ۵ طبقه) کاربرد دارند. سرعت این نوع آسانسورها نسبت به آسانسورهای کششی کم می‌باشد.
۲- در مواقعی که برق قطع می‌شود یا کابین بین طبقات گیر می‌کند، با باز کردن دریچه بازگشت روغن که روی مخزن قرار دارد، روغن موجود در جک به مخزن برگشته، در نتیجه کابین به سمت پایین حرکت می‌کند.
۳- آسانسورهای هیدرولیکی نیاز به اطاق موتورخانه نداشته فقط نیاز به فضایی جهت نصب پاور، موتور و تابلوی فرمان در پایین‌ترین تراز پروژه دارند.
۴- مراحل نصب و ایجاد چاله آسانسور این نوع آسانسورها همانند آسانسورهای کششی است.

هنگام پایین آمدن کابین دریچه برگشت روغن موجود در مخزن روغن باز شده و در اثـر وزن کـابین روغن داخل جک به مخزن برگشته و در نتیجه کابین به پایین حرکت می کند.



شکل ۴-۲- آسانسور هیدرولیکی

۴-۲- کف‌سازی

کف‌سازی از قسمت‌های مهّم اجرای نازک‌کاری ساختمان است.

۴-۲-۱- کف‌سازی فضاهای داخلی

فضاهای داخلی ساختمان با توجه به موقعیت و کاربرد آنها کف‌سازی می‌شوند.

۴-۲-۱-۱- کف‌سازی اتاق‌ها

مراحل اجرایی کف‌سازی اتاق‌ها به شرح زیر می‌باشد:

- روی لوله‌های برق موجود کف با ماهیچه سیمانی پوشیده می‌شود که حین کار در کارگاه آسیب نبیند.
- تعیین تراز تمام شده کف‌ها: این عمل با دوربین نقشه‌برداری یا با استفاده از شـیلنگ تـراز و یـا تـراز لیزی انجام می‌شود.
- تعیین و تهیه مصالح: با توجه به طرح‌های معماری پروژه، مصـالح کـف مـی‌توانـد موکـت، موزائیـک، سنگ، سرامیک، کف‌پوش یا پارکت باشد.

۴-۲-۱-۱-۱- کف‌های پارکتی، کفپوشی و موکتی

این نوع کف‌سازی پس از اتمام کلیه کارهای بنّایی، تأسیساتی (برقی و مکانیکی)، نقاشی و رنگ‌کاری اجرا می‌شود. ولی زیرکار این گونه کف‌ها که ماسه‌سیمان صیقلی می‌باشد باید قبلاً اجرا شده باشد. برای اجرای زیرسازی، کلیهٔ ناخالصی‌های موجود کف ساخته‌شده در سفت‌کاری پروژه جمع‌آوری شده و فاصلهٔ بین کف سفت‌کاری و تراز کف تمام‌شده با پوکهٔ صنعتی یا معدنی و یا نرمه آجر سفال پر شده و در صورت نیاز کوبیده می‌شود.

- کف‌های موزائیکی، سنگی و سرامیکی پس از اجرای مرحلهٔ اوّل گچ سفید دیوارها اجرا می‌شوند.

۴-۲-۱-۱-۲- اجرای کف با موزائیک، سنگ و سرامیک

پس از تعیین تراز تمام‌شده (با احتساب ضخامت مصالح کف و ملات زیر آن) سطح روی کف حاصل از اجرای سفت‌کاری تا تراز سطح زیر مصالح و ملات آن پوکه‌ریزی شده و تسطیح می‌گردد. سپس دور تا دور فضا را با ملات ماسه‌سیمان دونم (ماسه‌سیمانی که نه خشک باشد و نه خمیری) به عرض موزائیک یا سنگی که کف را خواهد ساخت پوشیده شده و بر روی آن یک رگ موزائیک یا سنگ به صورت طولی قرار داده و تراز می‌شود.

رگ طولی اجراشده دریل نام دارد. این رگ طولی مبنایی برای اجرای صحیح کف خواهد بود.

نکات اجرایی

۱- چیدمان سنگ‌ها و موزائیک‌ها بستگی به طرح‌های داده شده دارد.
۲- پس از اجرای تعدادی موزائیک (یا سنگ) و اطمینان از پر بودن زیر آن‌ها، لازم است تراز بودن موزائیک‌ها یا سنگ‌های چیده شده کنترل شوند.
۳- پس از تکمیل کف، درزها با ملات سیمان سفید و پودرخاک سنگ دوغابی پر شده و پس از اطمینان از نفوذ ملات به تمام درزهای بین موزائیک‌ها، قبل از خشک شدن کامل ملات، ملات‌های باقیمانده روی سطح کار جمع‌آوری می‌شوند.
۴- اجرای کف‌های سرامیکی دقیقاً مطابق فوق بوده فقط ضخامت سرامیک کمتر از موزائیک یا سنگ می‌باشد که در پوکه‌ریزی باید رعایت گردد.

۴-۲-۱-۱-۳- اجرای کف با پارکت، کف‌پوش و موکت

اجرای کف با پارکت، کف‌پوش و موکت از مراحل اجرایی پایانی پروژه می‌باشد. ولی زیرسازی آن شامل تعیین تراز تمام‌شده، پوکه‌ریزی، تسطیح و اجرای یک لایه ماسه‌سیمان که بعد از اجرای گچ سفید دیوارها اجرا شده باشد، میسر می‌گردد.

روش اجرا: لایهٔ ماسه سیمان اجرا شده با یک لایهٔ فوم به ضخامت ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر به‌عنوان زیرکار پوشیده شده سپس پارکت‌ها روی آن قرار گرفته و به یکدیگر کلاف می‌شوند.

پس از تکمیل پارکت‌های کف، محل تلاقی کف و دیوار با قرنیزهایی که نواری بوده و از جنس پارکت کف هستند پوشانده می‌شود. این نوارها علاوه بر ایجاد زیبایی باعث تثبیت پارکت‌ها نیز می‌شوند.

کف‌سازی با کف‌پوش و موکت عیناً مانند پارکت بوده که به جای فوم، سطح ماسه سیمانی با چسب پوشیده گشته و سپس کف‌پوش‌ها یا موکت‌ها روی چسب‌های اجرا شده قرار داده و با اندک فشاری کف‌پوش یا موکت صاف و هموار می‌شود.

۴-۲-۱-۲- کف‌سازی آشپزخانه

کف‌سازی آشپزخانه نیاز به دقت بیشتری نسبت به کف‌سازی اطاق‌ها دارد.

مراحل اجرای کف‌سازی آشپزخانه به شرح زیر می‌باشد:

- کف‌شور (در صورت وجود) همراه با سیفون آن بر روی کف حاصل از سفت‌کاری سقف اجرا می‌گردد. (شیب داده شده در طرح باید رعایت شود)
- همزمان کلیهٔ لوله‌های تأسیسات حرارتی و برودتی و برقی اجرا می‌شوند.
- کف آشپزخانه تا تراز زیر ملات مصالح کف‌سازی پوکه ریخته شده و تسطیح می‌گردد.
- روی پوکه‌ها یک لایه ملات ماسه‌سیمان به صورت صیقلی اجرا می‌گردد.
- پس از اطمینان از خشک بودن ملات ماسه‌سیمان اجراشده، عایق رطوبت (قیرگونی یا ایزوگام) اجرا می‌شود.
- عایق رطوبتی باید حدود ۲۰ سانتی‌متر روی دیوارهای آشپزخانه ادامه داشته باشد.
- پس از اطمینان از سالم بودن عایق رطوبتی، کف‌سازی مطابق با کف‌سازی اتاق‌ها انجام می‌شود.

۴-۲-۱-۳- کف‌سازی سرویس‌های بهداشتی

کف‌سازی سرویس‌های بهداشتی دقیقاً مانند کف‌سازی آشپزخانه می‌باشد. شیب‌بندی و اجرای کف‌شورها و سیفون‌ها نیاز به دقت بیشتری دارد.

۴-۲-۱-۴- کف‌سازی بام و تراس‌ها

کف‌سازی بام و تراس‌ها پس از نصب لوله‌های آب‌رو باران، لوله‌های تأسیسات مکانیکی و برقی، پوکه‌ریزی و اجرای عایق رطوبتی و حرارتی آغاز می‌شود.

باتوجه به دتایل‌های طراحی، مصالح کف بام که می‌تواند آسفالت، موزائیک یا سنگ باشد تهیه شده و دقیقاً مانند کف‌سازی‌های سایر فضاهای ساختمان اجرا می‌گردد.

چند نکته	۱- توجه شود کلیهٔ کانال‌های کولر، لوله‌های ونت، لوله‌های هواکش‌ها، لوله‌های برق، لوله‌های آب، دودکش‌ها و تمام زیرساخت‌های مربوط به تأسیسات مکانیکی و برقی قبل

از اجرای عایق‌های حرارتی و رطوبتی اجرا شوند.
۲- دیوارهای جان‌پناه اطراف بام که هنگام سفت‌کاری اجرا شده‌اند، آستر سیمان شده تا هنگام اجرای عایق رطوبتی، عایق‌ها حداقل ۲۰ سانتی‌متر به روی دیوارهای جان‌پناه ادامه یابد.

۴-۳- سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی و نصب آن‌ها

سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی مورد استفاده در ساختمان‌ها متنوع بوده، اجرا و عملکرد آن‌ها نیز متفاوت می‌باشد.

۴-۳-۱- سیستم‌های گرمایشی

تمام سیستم‌های متداول گرمایشی عملکرد یکسانی دارند. آن‌ها از یک منبع، سوخت موردنیاز برای ایجاد گرما را اخذ کرده و پس از تولید گرما آن را به قسمت‌های مختلف ساختمان منتقل می‌کنند. متداول‌ترین سیستم‌های گرمایشی عبارتند از:

۴-۳-۱-۱- بخاری

قدیمی‌ترین وسیلهٔ گرمایشی بخاری می‌باشد. سوخت آن‌ها درگذشته هیزم، ذغال، ذغال‌سنگ، نفت کوره، نفت سفید و درحال حاضر اغلب گاز شهری است.

مهم‌ترین نکته اجرایی، انتخاب قطر مناسب برای دودکش‌های آن می‌باشد. همچنین در اجرا، دودکش‌ها باید دودبندی شده و حداقل ۱/۵ متر از جان‌پناه پشت بام بالاتر بوده و انتهای آن به H مجهز باشد.

۴-۳-۱-۲- شوفاژ

در پروژه‌های ساختمانی امکان اجرای دو روش برای شوفاژ میسر می‌باشد:

این دو روش یکی شوفاژ مرکزی بوده و دیگری شوفاژ مستقل واحدی می‌باشد. عملکرد هر دو روش یکسان است. منبع حرارت، آب موجود در سیستم را که حجم معینی داشته و بسته می‌باشد گرم کرده و به رادیاتورها ارسال می‌کند.

۴-۳-۱-۲-۱- شوفاژ مرکزی

سیستم شوفاژ مرکزی نیاز به موتورخانه‌ای دارد که در پایین‌ترین طبقه ساختمان قرار می‌گیرد.

وسایل مورد نیاز موتورخانه شامل دیگ، منبع دوجداره، تعدادی پمپ، کلکتور و یک جعبه فیوز برق می‌باشد.

دیگ:

آب موجود در سیستم را گرم کرده و به منبع دوجداره می‌رساند.

منبع دوجداره:

این منبع دارای دو جدار می‌باشد. جدار خارجی که آب محدود و بستهٔ سیستم به آن وارد می‌شود. آب جدار خارجی که آب گرم می‌باشد، ضمن گرم کردن آب جداره داخلی (آب گرم مصرفی واحدها که به آب شهر متصل می‌باشد) به رادیاتورها ارسال می‌شود.

آب گرم ارسالی به رادیاتورها پس از گرم نمودن رادیاتورها توسط لوله‌هایی به دیگ برگشت داده شده و این سیکل همواره تکرار می‌شود.

نکته	ممکن است موتورخانهٔ مرکزی منبع دو جداره نداشته باشد، در این حالت آب سیستم مستقیماً توسط دیگ گرم شده و به رادیاتورها فرستاده می‌شود. پس از گرم نمودن رادیاتورها دوباره به دیگ برگشت داده می‌شود. در این گونه سیستم برای تولید آب گرم مصرفی نیاز به وسیله دیگری مانند آب‌گرم‌کن می‌باشد

پمپ‌ها:

پمپ‌ها سبب ایجاد سرعت در دور زدن آب سیستم می‌شوند. پمپ‌ها اغلب به لوله‌های برگشت آب متصل می‌شوند و در نتیجه به آب برگشتی سرعت می‌بخشند.

منبع انبساط:

منبع انبساط که اغلب در پشت‌بام نصب می‌شود، آب سیستم را که در نتیجهٔ تبخیر یا نشتی از حجم آن کاسته می‌شود، تأمین می‌کند.

نکته	می‌توان به جای منبع انبساط، منبع تحت فشاری در موتورخانه نصب کرد که به آب شهر متصل باشد.

عملکرد منبع انبساط و منبع تحت فشار: آب شهر به منبع وصل گشته و از منبع با لوله‌ای به سیستم متصل می‌گردد. هنگام کاهش آب سیستم آب موجود در منبع به سیستم وارد می‌شود.

کلکتور:

سیستمی است متشکل از دو قسمت. یک قسمت برای آب گرم و قسمت دیگر برای آب سرد

عملکرد کلکتور شوفاژ

آب گرم ایجادشده از منبع حرارتی یا دوجداره به قسمت آب گرم کلکتور وارد شده و توسط تعدادی لوله از کلکتور خارج شده و به واحدهای مختلف پروژه آب‌رسانی می‌کند.

آب سردشده (رادیاتورها) توسط لوله‌های برگشت به قسمت سرد کلکتور برگشت داده شده و از آن به دیگ فرستاده می‌شود.

نکته	برای آب گرم و سرد مصرفی نیز می‌توان کلکتوری پیش‌بینی کرد دقیقاً با عملکرد مشابه

آن‌چه که گذشت.

جعبهٔ فیوز:

جهت ایمنی و کنترل برق وسایل و تجهیزات موجود در موتورخانه از جعبه فیوزی استفاده می‌شود که علاوه بر فیوز هر خط، رله‌های موردنیاز تجهیزات موتورخانه نیز در آن قرار داده می‌شود.

۴-۳-۱-۲-۲- شوفاژ مستقل واحدی

شوفاژهای مستقل واحدی دقیقاً عملکردی مشابه شوفاژ مرکزی دارند. در این نوع سیستم کلیه تجهیزات مربوط به شوفاژ مرکزی در یک پکیج قرار داده شده است. پکیج‌ها می‌توانند دیواری یا زمینی اجرا شوند.

نکته در هر دو حالت شوفاژ می‌توان به جای رادیاتور از فن‌کوئل استفاده نمود.

۴-۳-۱-۳- گرمایش کف

در گرمایش کف آب گرم‌شدهٔ دیگ موتورخانه یا پکیج به شبکهٔ لوله‌ای که در کف فضاها اجرا می‌شود وارد شده و پس از گرم کردن لوله‌ها و از دست دادن حرارت از شبکهٔ لوله‌ای خارج شده و دوباره به دیگ یا پکیج برمی‌گردد. این چرخش آب مدام تکرار می‌شود. شبکه لوله، گرمای اخذ کرده را به کف منتقل می‌کند و باعث گرم شدن کف و در نتیجه فضای اطاق می‌شود.

شکل ۴-۳- گرمایش کف

۴-۳-۱-۴- سیستم تهویهٔ گرمایشی

در این سیستم هوا توسط یک منبع حرارتی گرم شده و از طریق یک شبکه کانال در فضاهای مختلف توزیع می‌گردد. این سیستم قابلیت فیلتر نمودن هوا را داشته ولی به علت وجود فن‌ها باعث آلودگی صوتی می‌شود.

۴-۳-۱-۵- هواساز

دستگاه هواساز مجموعه‌ای است که وظیفه آن تنظیم گردش هوای گرم یا سرد تولیدشده است.

در هواساز آب گرمی که توسط یک منبع حرارتی تولید شده توسط لوله‌ای به کویل‌های موجود در هواساز وارد شده و باعث گرم شدن آن‌ها می‌گردد. آن‌گاه یک فن (یا چند فن) هوای سرد را به کویل می‌دمد و این عمل باعث گرم شدن هوای دمیده شده که این هوای گرم به داخل فضاها هدایت می‌شود. عملکرد هواسازها دقیقاً همانند فن‌کوئل‌ها می‌باشد.

۴-۳-۱-۶- رادیاتور قرنیزی

رادیاتورهای قرنیزی نسل جدیدی از رادیاتورها هستند که مزایای رادیاتورهای دیواری و گرمایش کف را داشته ولی معایب آن‌ها را ندارند.

این رادیاتورها جایگزین قرنیزهایی می‌شود که در محل تلاقی کف و دیوار نصب می‌شوند. ارتفاع آن‌ها حدود ۲۰ سانتی‌متر بوده و به صورت طولی با آلومنیوم در رنگ‌های متنوع ساخته می‌شوند.

۴-۳-۱-۷- شومینه

شومینه‌ها اغلب جنبهٔ تزئینی داشته و اگر دودکش، اجاق و دیگر مشخصات فنی آن‌ها استاندارد اجرا نشود، برای سلامتی مضر می‌باشد. شومینه‌ها از اکسیژن محیط استفاده می‌کنند. در نتیجه برای تأمین اکسیژن فضاها باید تدابیری اندیشیده شود. به طورکلی از شومینه‌ها نباید به عنوان وسیلهٔ گرمایشی استفاده کرد.

شکل ۴-۴- شومینه

۴-۳-۲- سیستم‌های سرمایشی

سیستم‌های سرمایشی متداول در ساختمان‌ها عبارتند از: کولرهای آبی، اسپلیت‌ها، چیلرها، ایرواشرها و سرمایش از کف که نحوهٔ اجرا و عملکرد هر یک ذیلاً بررسی می‌شود.

۴-۳-۲-۱- کولرهای آبی

کولرهای آبی از قدیمی‌ترین دستگاه‌های سرمایشی بوده که دارای مزایا و معایب فراوانی هستند. از این نوع کولرها در مناطق گرم و خشک می‌توان استفاده کرد.

مهم‌ترین عیب این کولرها مصرف بالای آب می‌باشد که در نواحی کم‌آب نباید استفاده شود.

اخیراً کولرهای آبی با تکنولوژی‌های جدید مانند استفاده از پدهای سلولزی به جای پوشال، کولرهای آبی بدون تسمه و موتور (استفاده از مدار القایی الکترومغناطیسی قابل شارژ با انرژی خورشیدی) و کولرهای آبی پرتابل ساخته شده‌اند.

نکته	طبق استاندارد ملّی نصب کلید جریان باقی مانده، معروف به محافظ جان برای کولر آبی الزامی است.

۴-۳-۲-۲- اسپلیت‌ها

اسپلیت‌ها نیز از وسایل خنک‌کننده ساختمان‌ها هستند. عیب عمدهٔ اسپلیت‌های معمولی علاوه بر تعدد آنها در یک ساختمان (هر فضا نیاز به یک اسپلیت دارد) مصرف بالای انرژی برق آن‌ها می‌باشد.

جهت کاهش مصرف برق، اسپلیت‌های اینورتردار ساخته شده است. در این نوع اسپلیت‌ها کمپرسورهای اینورتردار تعبیه شده که با تغییر دور (به جای خاموش و روشن شدن) مصرف برق را به‌طور چشم‌گیری کاهش می‌دهند. از این نوع اسپلیت‌ها می‌توان به‌عنوان سیستم حرارتی نیز استفاده نمود.

جهت کاهش تعداد اسپلیت‌های یک ساختمان داکت اسپلیت‌ها به جای اسپلیت‌های معمولی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

یک هواساز مرکزی در بالای سقف کاذب در داکت اسپلیت‌ها نصب می‌شود. در تابستان هوای مطبوع خنک و در زمستان هوای گرم توسط کانال‌هایی به تمام فضاهای یک واحد مسکونی ارسال می‌شود.

۴-۳-۲-۳- چیلرها

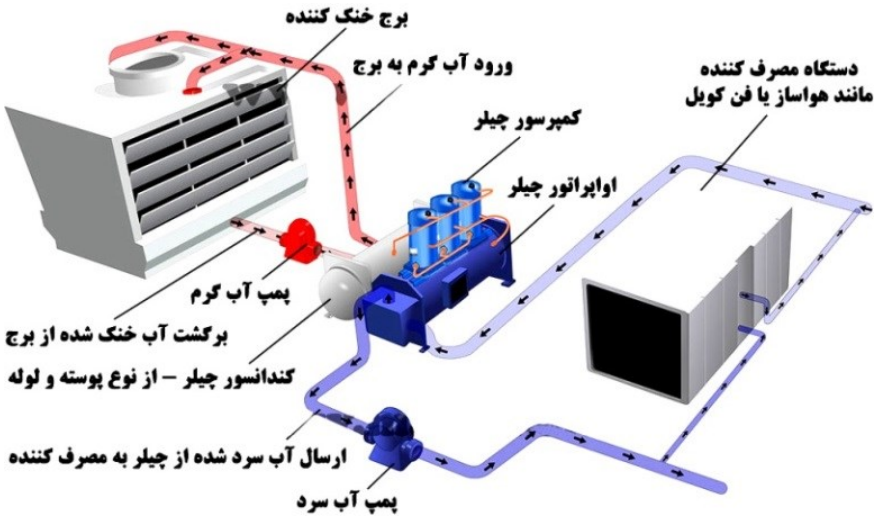
چیلرها نیز یکی دیگر از سیستم‌های سرمایشی هستند که در انواع تراکمی، جذبی و مینی‌چیلر جهت ایجاد هوای خنک در پروژه‌های ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۴-۳-۲-۳-۱- چیلرهای تراکمی

در این نوع چیلر، آب موجود در سیستم با دستگاه اواپراتور خنک شده و آب خنک به فن‌کوئل‌ها یا هواساز فرستاده می‌شود.

آب خنک به کوئل یا کوئل‌های نصب‌شده در فن‌کوئل یا هواساز وارد شده و آن‌ها را خنک می‌کند. فن‌های نصب‌شده در این دستگاه‌ها هوای محیط را به کوئل‌ها دمیده و آن‌ها را خنک کرده و وارد محیط می‌کنند.

آب خنکی که به کوئل یا کوئل‌های فن‌کوئل یا هواساز وارد شده پس از اینکه دمای خنکی خود را از دست داد به اواپراتور برگشت داده شده (توسط پمپ) و این سیکل مدام تکرار می‌شود. چیلرهای تراکمی با برق کار می‌کنند.



شکل ۴-۵- چیلر

چیلرها برای کارکردن نیاز به تعدادی وسایل جانبی‌ای دارند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

برج خنک‌کن

برج خنک‌کنندهٔ چیلر دستگاهی است که در هوای آزاد نصب شده و با لوله‌کشی رفت و برگشتی به چیلر وصل می‌شود. آب موجود در برج خنک‌کن به قسمت کندانسور چیلر که در اثر انجام وظیفه گرم می‌شود، وارد شده پس از خنک کردن آن به برج برگشت داده می‌شود.

آب برگشتی به قسمت فوقانی برج وارد شده و به سمت کف برج جریان پیدا می‌کند که در حین عبور به تیغه‌هایی برخورد می‌کند و یک پمپ دمنده‌ای قوی دمای آب برگشتی را کاهش داده و این

آب دوباره به چیلر برگشته و این سیکل مدام تکرار می‌شود. علاوه بر برج‌های آب خنک‌کن برج‌های هوا خنک‌کن نیز وجود دارد.

شکل ۴-۶- برج خنک‌کن

سختی‌گیر

وظیفه سختی‌گیر در چیلرها حذف ترکیبات معدنی و املاح آبی است که باید وارد مدار چیلر شده و آن را خنک کند. (آبی که سختی آن توسط سختی‌گیر گرفته می‌شود وارد برج خنک‌کننده می‌شود)

پمپ

وظیفه پمپ‌ها انتقال رفت و برگشتی آب به چیلر، برج خنک‌کن و سختی‌گیر می‌باشد.

به طور کلی بستن یک موتورخانه شامل وسایل حرارتی و برودتی است که نیاز به تخصص داشته و باید توسط نیروهای فنی ماهر انجام گیرد.

۴-۳-۲-۳-۲- چیلرهای جذبی

عملکرد چیلرهای جذبی همانند چیلرهای تراکمی می‌باشد. عمده مزیت آن‌ها استفاده از گاز شهری به جای برق می‌باشد.

۴-۳-۲-۳-۳- چیلرهای آپارتمانی یا مینی‌چیلر

این نوع چیلرها جهت استفاده در ویلاها، آپارتمان‌ها یا ساختمان‌هایی با تعداد واحد محدود کاربرد دارند. عملکرد این چیلرها عیناً مانند چیلرهای تراکمی است. این چیلرها بسیار کم‌صدا بوده و قابل نصب در پشت‌بام‌ها، تراس‌ها و محوطه می‌باشند.

۴-۳-۲-۴- ایرواشرها

ایرواشرها از سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی می‌باشند. در حالت گرمایشی آب گرم تولیدی در موتورخانه یا پکیج طبقه وارد لوله‌های مسی مارپیچی شده، با دمیدن هوای تازه به لوله‌های داغ، هوای گرم شده وارد ساختمان می‌شود.

در حالت سرمایشی نازل‌های نصب‌شده در دستگاه با فشار زیاد آب را به صورت اسپری و پودری درآورده و به هوای موجود در سیستم برخورد کرده و دمای آن را کاهش داده و به هوای خنک تبدیل کرده که این هوا از فیلترهای تصفیه گذشته و توسط کانال‌هایی به فضاهای مختلف ساختمان ارسال می‌شود.

هوای موجود در سیستم ممکن است هوای محیط یا هوای خارج باشد که با فن قوی به دستگاه وارد می‌شود.

۴-۳-۲-۵- سرمایش از کف

عملکرد سیستم سرمایش از کف دقیقاً همانند گرمایش از کف است با این تفاوت که به جای عبور دادن آب گرم از شبکه لوله‌ای اجرا شده در کف، آب سرد عبور داده می‌شود؛ بنابراین کف، خنک شده و باعث پایین آمدن دمای اتاق می‌شود. عیب این سیستم عدم تهویهٔ هوا و امکان ورود هوای تازه می‌باشد.

۴-۴- نصب شیرآلات، کلید، پریز و دیگر لوازم برقی و مکانیکی

آخرین مرحله از نازک‌کاری داخل ساختمان، نصب تجهیزات برقی و مکانیکی می‌باشد.

۴-۴-۱- نصب تجهیزات برقی

کلیهٔ لوازم و تجهیزات برقی مانند کلیدها، پریزها، جعبه فیوزها، آویزها، لوسترها، روشنایی‌های سقفی و دیواری، نورمخفی‌ها، نورپردازی‌ها، سیستم صوتی، سیستم تصویری و سیستم‌های ایمنی پس از اتمام نقاشی، رنگ‌کاری و اجرای کاغذ دیواری‌ها نصب خواهند شد.

البته کلیدها و پریزها و سایر تجهیزاتی که قاب رو دارند، قبل از نقاشی، رنگ‌کاری و کاغذ دیواری بدون قاب نصب می‌شوند. و قاب روی آن‌ها پس از خشک شدن رنگ‌ها و کاغذ دیواری‌ها نصب خواهند شد.

۴-۴-۲- نصب تجهیزات و لوازم مکانیکی

در این مرحله کلیهٔ شیرهای آب سرد و گرم، رادیاتورها، فن کوئل‌ها، حوله خشک‌کن‌ها، فلاش‌تانک‌ها، سینک‌ها و روشویی‌ها، توالت‌ها و هواکش‌ها نصب می‌شوند.

نصب و راه‌اندازی موتورخانه، نصب پکیج‌ها و دیگر وسایل گرمایشی و سرمایشی در این مقطع توسط نیروی انسانی ماهری که شرکت‌های سازنده معرفی می‌کنند، اجرا خواهند شد.

۴-۵ محوطه‌سازی

محوطه‌سازی نیز از آخرین مراحل اجرای پروژه‌ها است که مهندسان معمار پروژه‌ها جزئیات اجرایی طراحی محوطه‌ها را به طور دقیق ارائه می‌دهند.

شکل ۴-۷- محوطه‌سازی

نکات مهم اجرایی

۱- تعیین محل اجرای المان‌های طرح؛
۲- تخریب ساخته‌های قبلی که در محل اجرای المان‌ها وجود دارند؛
۳- زدودن محوطه از گیاهان و درختچه‌ها؛
۴- پر کردن چاه‌های متروکه و حفر چاه در صورتی که در طرح در نظر گرفته شده باشد؛
۵- جلوگیری از نفوذ آب به زیرساخت‌ها؛
۶- زیرساخت‌های تأمین آب المان‌هایی که نیاز به آب و آبیاری دارند (لوله‌کشی‌ها)؛
۷- تسطیح محوطه و ایجاد زیرساخت‌های پیش‌بینی شده در طرح (استخر، باغچه، پیاده‌روها)؛
۸- زهکشی محوطه و زیرساخت‌های دفع آب محوطه (لوله‌کشی فاضلاب‌های محوطه)؛
۹- کف‌سازی و زیرسازی؛
۱۰- زیرساخت‌های مربوط به نورپردازی؛
۱۱- ساخت المان‌هایی که در طرح دیده شده؛
۱۲- تکمیل دیوارهای محیطی و ورودی‌های پروژه براساس طرح‌های ارائه شده.

پیوست‌ها

پیوست ۱ – پوشش‌های (کلوزهای) بیمه مسئولیت

پوشش‌های بیمه مسئولیت در واقع همان پوشش‌های تکمیلی بیمه نامه است که به واسطه این پوشش‌ها، انواع خسارت های وارد شده به اشخاص ثالث قابل جبران خواهد بود. در جدول پایین تمامی کلوزهای بیمه مسئولیت عنوان شده است.

ردیف	عنوان پوشش‌ها
۱	حوادث ناشی از وسایل نقلیه موتوری
۲	جبران هزینه‌های پزشکی
۳	تبصره یک ماده ۶۶ قانون تامین اجتماعی تا سقف تعین شده
۴	مسئولیت بیمه‌گذار در قبال اشخاص ثالث
۵	افزایش ریالی دیه
۶	تعداد دیات و دیات غیر مسری
۷	ماموریت خارج از کارگاه
۸	مسئولیت مجری ذیصلاح ساختمانی
۹	نوسان تعداد کارکنان تا ۲۰ درصد زمان صدور بیمه‌نامه
۱۰	غرامت دستمزد روزانه
۱۱	هزینه‌های دستمزد پرداختی به کارشناس
۱۲	مسئولیت بیمه‌گذار در قبال کارکنان عوامل اجرایی
۱۳	مسئولیت بیمه‌گذار در قبال شخص عوامل اجرایی

پیوست ۲ – ضوابط طراحی و اجرای اعلام و اطفای حریق

ضوابط طراحی و اجرای اطفای حریق در سه بخش شامل:
ضوابط ایمنی معماری، ضوابط ایمنی تأسیسات مکانیکی و ضوابط ایمنی تأسیسات الکتریکی ارائه می‌شود.

دستورالعمل و ضوابط طراحی، نظارت و اجرای سیستم‌های اعلام حریق در ساختمانهای مسکونی

در کلیه ساختمانهای مسکونی با شرایط ذیل سیستمهای کشف و اعلام حریق الزامی است:
- ساختمانهای ۵ سقف و بیشتر از تراز صفر
- واحدهای مسکونی با حداقل ۱۱ واحد و بیشتر
- در کلیه ساختمانهای گروه (د) و بالاتر سیستم اعلام حریق آدرس‌پذیر الزامی است.

لازم به توضیح می‌باشد که گروه‌بندی‌های (الف، ب ، ج و د) بر پایه آیین‌نامه اجرایی قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان می‌باشد.

توجه

- اجرای سیستم کشف و اعلام حریق به اختصار سیستم اعلام حریق در ساختمانها و بناهای مسکونی کمتر از ۵ طبقه (از تراز ۰/۰۰) اختیاری بوده ولی توصیه میگردد این بناها به لحاظ تامین شرایط ایمنی و حفاظت از جان و سرمایه شهروندان، نسبت به اجرای سیستمهای اعلام حریق اقدام نمایند.
- در سیستم‌های اعلام حریق آدرس‌پذیر تمام عناصر سیستم با یک کد یا آدرس مشخص می‌شوند. این نوع سیستم محل دقیق آتش‌سوزی را با به صدا در آوردن آژیر اعلام می‌کند.

جدول پیشنهادی انتخاب سیستم‌های کشف و اعلام حریق ساختمان‌های مسکونی

نوع ساختمان	ساختمان کمتر از ۵ طبقه از کف زمین و کمتر از ۱۱ واحد	ساختمان کمتر از ۵ طبقه از کف زمین و ۱۱ واحد و به بالا	ساختمان ۵ طبقه به بالا تا ۱۰ طبقه از کف زمین و تا ۲۰ واحد	ساختمان ۲۰ واحد و به بالا	ساختمان بیش از ۱۰ سقف و یا بیش از ۵۰۰۰ متر
سیستم متعارف	اختیاری	تا ۱۶ واحد (آژیر از نوع عمومی) ۱۷ تا ۱۹ واحد (آژیر از نوع مستقل یا گروه‌بندی)	تا ۱۶ واحد (آژیر از نوع عمومی) ۱۷ تا ۱۹ واحد (آژیر از نوع مستقل یا گروه‌بندی)	غیرمجاز	غیرمجاز
سیستم آدرس‌پذیر	اختیاری	اختیاری	اختیاری	اجباری	اجباری
توضیحات	استفاده از سیستم اعلام حریق اختیاری است	استفاده از یک نوع سیستم اجباری است	استفاده از یک نوع سیستم اجباری است	استفاده از سیستم آدرس‌پذیر اجباری است	استفاده از سیستم آدرس‌پذیر اجباری است

خلاصه جدول فوق به شرح ذیل می‌باشد:

سیستم آدرپذیر	ساختمان ۲۰ واحد به بالا	ساختمان بیش از ۱۰ طبقه از کف	ساختمان بیش از ۵۰۰۰ مترمربع
سیستم متعارف	ساختمان کمتر از ۵ طبقه از کف و ۱۱ واحد و به بالا	ساختمان ۵ طبقه از کف و به بالا تا ۱۰ سقف	ساختمان ۱۱ و احد به بالا تا ۲۰ واحد

لیست تجهیزات اطفای حریق در ساختمان‌ها

لوازم و ادوات مهم برای اطفای حریق عبارتند از:

- مخازن و پمپ‌های آب

توجه مخازن آب فقط جهت اطفای حریق بوده و برداشت دیگری از آن‌ها مجاز نمی‌باشد. حجم مخزن آب آتش‌نشانی از فرمول Q=D.N بدست می‌آید.

D: دبی موتور پمپاژ آب
N: تعداد جعبه‌های آتش‌نشانی موجود در ساختمان
- لوله‌کشی‌های آب و اتصالات مربوطه
- جعبه‌های آتش‌نشانی
این جعبه‌ها در پارکینگ‌ها و طبقات نصب می‌شوند.
- شبکه‌های بارنده (اسپرینکلر)
وظیفه این شبکه پاشیدن آب (بصورت مه‌پاش) در هنگام حریق می‌باشد.
- شلنگ نواری آب
این شلنگ‌ها در حالت بدون آب، به شکل یک نوار تخت بوده که دور قرقره‌ای واقع در جعبه آتش‌نشانی قرار می‌گیرد.

راهنما و خلاصه موارد ایمنی معماری ساختمان‌های مسکونی

پلکان: بخشی از «راه خروج» که بوسیله ساختار و تجهیزات مقاوم حریق از سایر فضاهای ساختمان جدا و از طریق تخلیه خروج (همکف یا تراز تخلیه خروج) به معبر عمومی منتهی شود و هر گونه روزنه و کاربری دیگر در پله (شامل انباری و...) مجاز نمی باشد.

الزامات ابعادی پله:
- عرض مفید پله بایستی حداقل ۱۱۰ سانتی‌متر باشد.
- کف پله بایستی حداقل ۲۸ سانتی‌متر باشد.
- ارتفاع هر پله حداکثر ۱۸ و حداقل ۱۰ سانتی‌متر باشد.
- فاصله هر پله تا سقف بالای خود حداقل ۲۰۵ سانتی‌متر باشد.

نکته	متخلخل کردن یا نصب ترمز پله و... لبه سنگ پله‌ها مانع از لغزندگی و سرخوردگی افراد می‌شود.

پلکان قوسی: طرح و اجرای پله‌های قوسی در راههای خروج، در صورتی مجاز است که حداقل اندازه کف (پاخور) هر پله در فاصله ۳۰ سانتی متر از باریک‌ترین قسمت ۲۸ سانتیمتر بوده و اندازه شعاع قوس کوچکتر پله از دو برابر عرض آن کمتر نباشد.

شرایط حذف خروجی دوم در ساختمانهای مسکونی ۵ طبقه روی همکف:
- پلکان خروج دور بندی شده با درب مقاوم حریق و دیوار حداقل ۲ ساعت مقاوم در برابر حریق اجرا شود.
- حداکثر ارتفاع ۲۳ متر بالاتر از تراز زمین باشد.

- حداکثر ۴ واحد در هر طبقه باشد.
- کلیه پلکان های خروج مجهز به سیستم فشار مثبت بوده، تمام دربهای پلکانها با حداقل ۱/۵ ساعت مقاوم حریق و دودبند استاندارد باشند.

توجه	در صورت اجرای موارد بالا به شرط اجرای شبکه بارنده خودکار اصولی در کل بنا، مجاز به طراحی ساختمان با ۶ طبقه روی همکف با یک پلکان خروج می‌باشد.

خروج دوم: در صورت اجرای ساختمان با ۷ طبقه روی همکف یا حداکثر ارتفاع ۲۳ متر بالاتر از تراز زمین پلکان دوم الزامی است

نرده و جان‌پناه: در محلهایی که اختلاف سطح آنها نسبت به هم از ۷۰ سانتیمتر بیشتر باشد باید به وسیله دست انداز یا جان پناه از احتمال سقوط افراد جلوگیری کرد

حفاظ پلکان‌ها با ارتفاع حداقل ۹۰ و با حفاظ داخلی عمودی حداکثر ۱۱ سانتی‌متر

الزامات دربهای خروج:

دربهای خروج (پلکان) به سمت خروج نصب شود.

دربهای پله‌ها رگلاژ و به صورت خود بسته شو باشد (استپ یا جک خود بسته شو نصب شود)

قفل دربهای خروج (پله) جمع‌آوری شود.

لازم است دربهای پلکان خروج از نوع مقاوم حریق استاندارد با نصب پلاک شناسایی معتبر باشد.

لازم است عرض دربهای خروج حداقل ۸۰ سانتیمتر رعایت شود.

تمام درهای واقع در راه خروج باید از نوع لولایی و موافق خروج باشد بطوری که مسیر خروج مسدود نگردد.

لازم است دو طرف دربهای خروج حداقل به اندازه عرض درب هم تراز و فاقد پله باشد.

فضای فیلتر آسانسور: تعداد واحد + ۳ = مساحت فضای فیلتر (مترمربع)

برای پلکان‌های خارجی، پشت‌بام، نورگیرها، داکت‌های پشت‌بام، بالکن‌ها، تراس‌ها، نمای شیشه‌ای و... حفاظ مناسب نصب شود. حداقل ارتفاع ۱۱۰ و با حفاظ داخلی عمودی حداکثر ۱۱ سانتی‌متر باشد.

جان پناه شیشه‌ای: اجرای جان‌پناه و حفاظ شیشه‌ای لازم است با شیشه سکورت و لمینت شده (ایمن و غیرریزنده) انجام شود و تاییدیه کتبی مهندسین ناظر قانونی ساختمان در این خصوص ارائه گردد.

فنس زیر نورگیر: جهت جلوگیری از ریزش شیشه‌های سقف نورگیر فنس مناسب و محکم نصب شود.

علائم خروج: جهت مسیرهای دسترسی به خروج‌ها و پلکان‌ها علائم خروج استاندارد مطابق با مقررات ملّی ساختمان در نظر گرفته شود.

راهرو بن‌بست: طول راهرو بن‌بست در مسکونی ۱۰ متر و در صورت اجرای شبکه بارنده (اسپرینکلر) کل بنا از ۱۵ متر بیشتر می‌باشد.

نمای ساختمان: استفاده از مواد و مصالح غیر اشتعال در نمای ساختمان ضروری است.

آسانسور:

توجه آسانسورها جزو راه خروج محسوب نمی‌شوند.

نصب آسانسور در داخل دوربندی پلکان‌ها مجاز نیست.

نصب آسانسور در چشم پله مجاز نمی‌باشد.

لازم است درب آسانسورها به فضاهای عمومی باز شده و در فضای اختصاصی مانند واحدها و غیره مجاز نمی‌باشد.

آسانسورها در زیرزمین‌ها و پارکینگ‌ها با دیوار و درب ایزوله مقاوم حریق دودبند (خود بسته‌شو) و موافق خروج مستقل و مجزاسازی شود.

فضای جلوی آسانسور حداقل برابر با عمق بزرگترین کابین در نظر گرفته شود.

داکت‌ها: کلیه ارتباطات عمودی بین طبقات (مانند داکت‌های تاسیسات، فاصله بین نما و بدنه ساختمان و...) و همچنین ارتباطات افقی بین فضاها در طبقات (مانند سقفهای کاذب و...) ایزوله سازی و از سایر فضاهای طبقه مجزا شود.

فاصله بین خروج‌ها: باید حداقل برابر با نصف اندازه بزرگ‌ترین قطر آن طبقه یا آن فضا در نظر گرفته شود.

ضمناً در صورت تغییرات در ساختمان و یا افزایش طبقات و یا افزایش واحدها اجرای ضوابط روز الزامی است لذا شایسته است. قبل از هرگونه تغییرات پرونده جهت بررسی و اعلام موارد ایمنی به سازمان آتش‌نشانی ارسال و تأییدیه مربوطه اخذ گردد.

دستورالعمل ایمنی و آتش‌نشانی در ساختمان‌های مسکونی

خلاصه موارد ایمنی و آتش‌نشانی برای ساختمان‌های مسکونی در جدول زیر برای انواع ساختمان‌های مسکونی ارائه شده است.

موارد ایمنی / کاربری – تعداد طبقات	مسکونی								القائی		
	کمتر از ۵ سقف زیرینا کمتر از ۱۰۰۰ متر	۵ سقف (۴ طبقه روی همکف) با ۱۰۰۰ متر زیرینا و بیشتر	۶ سقف (۵ طبقه روی همکف)	۷ سقف (۶ سقف روی همکف)	۸ سقف (۷ طبقه بالای همکف) کمتر از ۲۳ متر ارتفاع	ساختمان بلند (بیشتر از ۲۳ متر ارتفاع)	۵ سقف و کمتر	۶ سقف و ۷ سقف تا ۲۳ متر	بیشتر از ۲۳ متر ارتفاع	زیرزمین
ضوابط معماری											
مجراسازی خروج با درب مقاوم حریق	توصیه	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
خروجی دوم (پله فرار)	(۵*)	(۵*)	(۵*)	(۴*)	(۴*)	✓	✓	✓	✓	✓	(۱*)
رعایت ضابطه پلکان (ها)(خروج)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
جان‌پناه ایمن در اطراف پلکان‌ها، پشت بام، نورگیرها و داکت‌ها، ترانس‌ها و...	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
بازشوهای مناسب در دیوارهای اطراف خزیشه برای تهویه طبیعی پلکان	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
فنس زیر شیشه های نورگیر سقفی	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
علامت گذاری راه خروج	–	–	–	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
مستقل‌سازی آسانسورها در زیرزمین(ها)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
اتاق کنترل آتش‌نشانی در همکف	–	توصیه	توصیه	توصیه	توصیه	✓	–	–	✓	✓	–
رعایت عرض مفید برای استقرار خودروهای آتش‌نشانی	در مجتمع‌ها	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–
آسانسور آتش‌نشان (با ابعاد پرانکارد بر)	–	–	–	–	توصیه	✓	–	–	✓	✓	✓
مقاوم‌سازی	تامین از کاربری ملک، ارتفاع ساختمان، تعداد طبقات کل ساختمان، زیربنای سطح هر طبقه می‌باشد و لازم است مطابق فصل ۴ مبحث سوم مقررات ملی ساختمان اجرا گردد.										
مقاوم‌سازی در برابر حریق											
اعلام حریق اتومات	توصیه	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	(۴*)
روشنایی اضطراری	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ژنراتور برق	–	(۳*)	(۳*)	(۳*)	(۳*)	✓	(۳*)	(۳*)	✓	✓	–
نشت یاب گاز شهری	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–
تاسیسات برقی آتش‌نشانی											
اعلام حریق آدرس پذیر	در صورتی که ساختمان بیشتر از ۱۰ سقف و یا بیشتر از ۱۰۰۰۰ مترمربع زیربنا داشته باشد، لازم است اجرا گردد.						در صورتی که ساختمان بیشتر از ۱۰ سقف و یا بیشتر از ۵۰۰۰ مترمربع زیربنا داشته باشد، لازم است اجرا گردد.				
خاموش کننده دستی	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
تاسیسات مکانیکی آتش‌نشانی											
سیستم آب آتش‌نشانی شامل مخزن آب، الکتروپمپ اتومات لوله‌کشی و جعبه‌های آ.ک	توصیه	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
رایزر خشک	–	–	–	✓	✓	✓	توصیه	✓	✓	✓	(۴*)
اجرای اسپرینکلر برای کل بنا	–	–	–	(۶*)	-	✓	–	✓	✓	✓	✓
اجرای اسپرینکلر پارکینگ	توصیه	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

موارد ایمنی / کاربری – تعداد طبقات	مسکونی							اقامتی			زیرزمین
	کمتر از ۵ سقف زیربنا کمتر از ۱۰۰۰ متر	۵ سقف (۴ طبقه روی همکف) با ۱۰۰۰ متر زیربنا و بیشتر	۶ سقف (۵ طبقه روی همکف)	۷ سقف (۶ سقف روی همکف)	۸ سقف (۷ طبقه بالای همکف) کمتر از ۲۳ متر ارتفاع	ساختمان بلند (بیشتر از ۲۳ متر ارتفاع)	۵ سقف و کمتر	۶ سقف و ۷ سقف تا ۲۳ متر	بیشتر از ۲۳ متر ارتفاع	
تهویه زیرزمین	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
فشار مثبت برای پلکان	–	–	✓	✓	✓	✓	توصیه	✓	✓	✓	(۴*)
زون اسمبلی	–	–	–	–	–	✓	–	–	✓	–	–

(✓) به معنای الزام داشتن می‌باشد.

(–) به معنای عدم الزام می‌باشد.

(۱*) در صورتی که کاربری پارکینگ باشد دو خروج نیاز دارد و در غیر این صورت بار تصرف محاسبه و تعداد خروج مناسب طراحی می‌گردد.

(۲*) در صورتی که ارتفاع کف بالاترین طبقه کمتر از ۲۳ متر باشد و شبکه بارنده در کل بنا و فشار مثبت و درب‌های مقاوم حریق استاندارد برای پله طراحی شود تا هر طبقه حداکثر ۴ واحد نیازی به خروجی دوم نمی‌باشد.

(۳*) در صورتی که منبع و پمپ‌های آب آتش‌نشانی در همکف و یا در تراز منفی باشد، لازم است دیزل ژنراتور نصب گردد.

(۴*) در صورتی که کل ساختمان مشمول ضابطه شود، لازم است در زیرزمین نیز رعایت گردد.

(۵*) تا حداکثر ۴ واحد در هر طبقه نیازی به اجرای خروج دوم نمی‌باشد.

(۶*) در صورت عدم اجرای خروج دوم، اجرای آن الزامیست.

«در خصوص ارتفاع ساختمان جمع‌بندی گردد.

منابع و مراجع

- مقررات ملّی ساختمان – مبحث ۳: حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق، ۱۳۹۵
- مقررات ملّی ساختمان – مبحث ۹: طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه / تهیه‌کننده: دفتر تدوین مقررات ملّی ساختمان وزارت راه و شهرسازی – مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۹
- مقررات ملّی ساختمان – مبحث ۱۰: طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی / تهیه‌کننده: دفتر تدوین مقررات ملّی ساختمان وزارت راه و شهرسازی – مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۴۰۱
- مقررات ملّی ساختمان – مبحث ۱۳: طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها، ۱۳۹۵
- مقررات ملّی ساختمان – مبحث ۱۴: تأسیسات مکانیکی، ۱۳۹۶
- مقررات ملّی ساختمان – مبحث ۱۵: آسانسورها و پلکان برقی، ۱۳۹۲
- مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (نشریه ۵۵) / معاونت نظارت راهبردی، دفتر نظام فنی اجرایی – تجدید نظر دوم (ویرایش ۳) – تهران؛ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، مرکز داده‌ورزی و اطلاع‌رسانی، ۱۳۸۹
- آیین‌نامه بتن ایران (آبا) / معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی – تجدید نظر دوم – تهران؛ سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۴۰۰
- اصول و ضوابط سیستم‌های اطفای حریق ساختمان، اردشیر فرشیدیان‌فر، سازمان نظام مهندسی ساختمان خراسان رضوی، ۱۳۹۳
- ضوابط ملاک عمل سامانه‌های اطفای حریق، سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری مشهد، ۱۴۰۲