INSO
16935-4
1st. Edition
2014

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۶۹۳۵-۴
چاپ اول
۱۳۹۳

سنگ طبیعی- طراحی و نصب برای نما و پوشش- قسمت ۴: پوشش پرده باران و پوشش سنگی بر روی سامانه‌های پوشش قاب فلزی- آیین‌کار

Natural Stone- Design and Installation for Cladding and Lining- Part 4: Rainscreen and Stone on Metal Frame Cladding Systems- Code of Practice

ICS: 91.060.10

به‌نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوز های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و موسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که موسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین‌ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]،کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول تضمین کیفیت فرآورده‌ها و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای فرآورده‌های تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای فرآورده‌های کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. هم‌چنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و موسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و موسسات را بر اساس ضوابط نظام تایید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تایید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گران‌بها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«سنگ طبیعی- طراحی و نصب برای نما و پوشش- قسمت ۴: پوشش پرده باران و پوشش سنگی بر روی سامانه‌های پوشش قاب فلزی- آیین‌کار»

رییس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
منوچهریان، سید محمد امین (دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک سنگ)	شرکت ارجان پی
دبیر:	
کولیوند، فرشاد (دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک سنگ)	دانشگاه لرستان
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اعظمی، محمدعلی (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک سنگ)	معدن مس سونگون اهر
امیری دهنو، مجید (کارشناسی شیمی محض)	سازمان ملی استاندارد ایران
جوادی، حامد (کارشناسی مهندسی نفت)	شرکت زمین‌حفاران کاسیت
جوادی، محمد (دانشجوی دکتری مهندسی معدن)	شرکت ایمن سازان
شرفی، عنایت اله (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
صداقت، اصغر (کارشناسی ارشد مهندسی نفت)	شرکت پتروسرویس
فرجون، محمد (کارشناسی مهندسی عمران)	شرکت ساختمانی ارسا
کاووسی، بهزاد (کارشناسی مهندسی عمران)	شرکت نیمرخ

مظفری، مهدی (کارشناسی ارشد مکانیک سنگ)	شرکت پتروخمسه آسیا
ناظمی، حمید (کارشناسی مهندسی عمران)	شرکت ساختمانی پرلیت
ندری، کیانوش (کارشناسی مهندسی عمران)	شرکت زمین حفاران کاسیت
نقی‌پور، رسول (کارشناسی ارشد مکانیک سنگ)	شرکت سنگسرای آذربایجان

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش‌گفتار		د
مقدمه		و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۲
۴	تبادل اطلاعات و برنامه زمان‌بندی	۵
۵	مصالح و اجزا	۵
۶	عملکرد	۲۱
۷	مهارت ساخت در کارگاه	۲۸
۸	پیوست الف (اطلاعاتی) کتاب‌نامه	۳۲

پیش‌گفتار

استاندارد «سنگ طبیعی- طراحی و نصب برای نما و پوشش- قسمت ۴: پوشش پرده باران و پوشش سنگی بر روی سامانه‌های پوشش قاب فلزی- آیین‌کار» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در پانصد و سی و هشتمین اجلاس کمیته‌ی ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۰۸/۲۵ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارایه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BS 8298-4: 2010, Code of Practice for the Design and Installation of Natural Stone Cladding and Lining. Rainscreen and Stone on Metal Frame Cladding Systems

مقدمه

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۶۹۳۵ است.

سنگ طبیعی- طراحی و نصب برای نما و پوشش- قسمت ۴: پوشش پرده باران و پوشش سنگی بر روی سامانه‌های پوشش قاب فلزی- آیین‌کار

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارایه توصیه‌هایی برای طراحی و نصب سنگ طبیعی بر روی سامانه قاب‌بندی فلزی واسط (که بر روی سازه ساختمان نصب می‌شود)، به عنوان بخشی از سامانه پوشش پرده باران تهویه‌دار، است.

هم‌چنین توصیه‌هایی برای نصب سنگ بر روی سامانه قاب‌بندی فلزی، به عنوان بخشی از سامانه پوشش پرده باران بدون تهویه، ارایه می‌دهد.

این استاندارد قسمت‌های زیر را تحت پوشش قرار می‌دهد:

- مقررات ضروری که باید بر روی پوشش اعمال شود، تا عملکرد رضایت‌بخشی داشته باشد؛
- رایج‌ترین مصالح و روش‌هایی که در عملیات اجرای کارهای سنگی استفاده می‌شوند؛
- کاربرد عایق‌کاری حرارتی پشت پوشش بیرونی را توصیف می‌کند.

این استاندارد برای سنگ‌های مصنوعی، سنگ‌لوح سقف‌سازی یا پانل‌های موزاییکی مورد استفاده برای پوشش بیرونی، کاربرد ندارد.

این استاندارد، استفاده از پوشش‌های سنگی در کلیه جهات، شامل اجزا عمودی و شیب‌دار نما و هم‌چنین پانل‌های زیرطاق و قرنیز دیوار، را مورد بررسی قرار می‌دهد.

این استاندارد هم‌چنین توصیه‌های برای آزمون برخورد جسم نرم (اما نه برای برخورد جسم سخت) ارایه می‌دهد.

برای کاربرد بهتر این استاندارد، باید استاندارد بند ۲-۱ را ببینید.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزیی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۹۳۵، سنگ طبیعی- طراحی و نصب برای نما و پوشش- قسمت ۱: کلیات- آیین‌کار

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۷۴۴، ساختمان- روش محاسبه اجزا و جدارها و مقاومت حرارتی و ضریب کلی انتقال حرارت

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۵۹۶، پل حرارتی در ساختمان‌سازی- جریان حرارتی و دماهای سطحی- محاسبات

۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۳۹، عملکرد گرمایی ساختمان‌ها- ضرایب انتقال گرمای تهویه و انتقال- روش محاسبه

۲-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۲۱، سنگ طبیعی- تعیین مقاومت خمشی تحت گشتاور ثابت- روش آزمون

2-6 BS 648, Schedule of weights of building materials

2-7 BS 6093, Design of joints and jointing in building construction- Guide

2-8 BS 7671:2008, Requirements for electrical installations- IEE Wiring Regulations- Seventeenth edition

2-9 BS EN 1469, Natural stone products- Slabs for cladding- Requirements

2-10 BS EN 1991-1-1, Eurocode 1- Actions on structures- Part 1: General actions- Densities, self-weight, imposed loads for buildings

2-11 BS EN 1991-1-3, Eurocode 1- Actions on structures- Part 1: General actions- Snow loads

2-12 BS EN 1991-1-4, Eurocode 1- Actions on structures- Part 1: General actions- Wind actions

2-13 BS EN 12153, Curtain walling- Air permeability- Test method

2-14 BS EN 12155, Curtain walling- Watertightness- Laboratory test under static pressure

2-15 BS EN 12600, Glass in building- Pendulum test- Impact test method and classification for flat glass

2-16 BS EN 14019, Curtain walling- Impact resistance- Performance requirements

2-17 BS EN ISO 13788, Hygrothermal performance of building components and building elements- Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation- Calculation methods

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارایه شده در استاندارد بند ۲-۱، اصطلاحات زیر نیز به‌کار می‌رود.

۱-۳

پرده باران[1]

سامانه نما که برای محفوظ نگه‌داشتن قسمت اعظم دیوار از بارش مستقیم باران، از پانل‌های مصالح ورقه‌ای استفاده می‌کند.

۲-۳

نما[2]

پوشش بیرونی ساختمان است.

۳-۳

دیوار پشت‌کار[3]

لایه‌ای از دیوار که هوابندی[4] و آب‌بندی[5] سامانه پرده باران را ایجاد می‌کند.

۴-۳

گیرداری[6]

ترکیب لچکی (بست گوشه‌ای)[7] با چفت‌ها/ مهارها می‌باشد.

۵-۳

لایه کنترل بخار آب[8]

لایه‌ای از ساختمان که برای جلوگیری از عبور بخار آب از یک بخش ساختمان به بخش دیگر آن، در هر دو سمت، طراحی شده است.

۶-۳

گیرداری‌های باربر[9]

گیرداری طراحی شده برای تحمل وزن (بار مرده) جسمی که باید نصب شود و هم‌چنین سایر بارهای (زنده) اعمالی است.

---

1 - Rainscreen
2 - Clading
3 - Backing Wall
4 - Airtightness
5 - Watertightness
6 - Fixings
7 - Bracket
8 - Vapour Control Layer
9 - Loadbearing Fixing

۷-۳

درز حرکتی[1]

درزی که اجازه می‌دهد بخش‌های مجاور نسبت به هم حرکت داشته باشند.

۸-۳

درز قابل تراکم[2]

درزی کـه برای تعدیل فشـار ناشی از کوتاه‌شدگی عمودی سازه نسبت به نما، طراحی شـده اسـت.

۹-۳

نمای پرده باران متعادل‌کننده فشار[3]

نمای پرده باران که به منظور تعدیل فشار در فضای خالی پشت پانل‌ها، توسط آن درزهای باز بین پانل‌ها با دهلیزبندی فضای خالی پشت پانل‌ها، ترکیب می‌شود.

۱۰-۳

پیش‌نما، (جلونما)[4]

بخش عمودی جلوی یک نما بین سنگ‌فرش و آستانه (طاقچه) پنجره است، یا یک واحد نمای کم ارتفاع قرار گرفته زیر پنجره طبقه هم‌کف ساختمان است.

۱۱-۳

نمای قلاب گوشی (سنتی)[5]

پانل‌های سنگی قرار گرفته روی یکدیگر، نگه‌داشته شده در سطوحی با زوایای باربری مشخص، که مستقیماً روی ساختـمان نصب می‌شود و هر واحد سنگی با استفاده از گیرداری‌های محدودکننده، محکم شده است.

۱۲-۳

سامانه پرده باران تهویه‌دار[6]

سامانه نما که برای محفوظ نگه‌داشتن قسمت اعظم دیوار از بارش مستقیم باران، از پانل‌های مصالح ورقه‌ای به صورت ترکیب با شکاف‌های (فضای خالی) هوایی و سامانه زهکشی پشت پانل‌ها استفاده می‌شود.

---

1 - Movement Joint
2 - Compression Joint
3 - Pressure-Equalized Rainscreen
4 - Stallriser
5 - Handset Cladding
6 - Ventilated Rainscreen

۱۳-۳

بندکشی[1]

به عملیات استفاده از مواد سیمانی برای پر کردن درز بین سنگ‌ها اطلاق می‌شود.

۱۴-۳

زیرطاق[2]

سطح افقی یا شیب‌دار نما (حداکثر شیب ۷۵ درجه)، زیر سطح هر شکلی از کارهای ساختمانی است.

۱۵-۳

آزاره[3]

یک لایه پیش‌آمده سنگ است که برای جلوگیری از تاثیر مخرب آب بر قسمت‌های پایین دیوار یا ستون، در قسمت پایین دیوار یا ستون نصب می‌شود که سنگ رگ یا رج بنا نیز گفته می‌شود.

۴ تبادل اطلاعات و برنامه زمان‌بندی

به خاطر این که سامانه پوشش پرده باران تهویه‌دار، یک سامانه نمای دارای کارایی مفید زیادی است، توصیه می‌شود همیشه عملکردهای لازم برای سامانه، توسط مهندس پروژه تعیین شوند.

یادآوری- نیاز به تبادل اطلاعات به موقع و برنامه‌ریزی در استاندارد بند ۲-۱ ارایه شده است.

۵ مصالح و اجزا

۵-۱ کلیات

توصیه می‌شود کلیه مصالح و اجزا مطابق با دستورالعمل‌های کارخانه سازنده باشند.

یادآوری ۱- راهنمای انتخاب مصالح در استاندارد بند ۲-۱ ارایه شده است.

یادآوری ۲- عدم رعایت دستورالعمل‌های سازنده می‌تواند هر ضمانتی، که برای سامانه دیوار کامل ارایه می‌شود، را باطل کند.

بهتر است یک پرده باران تهویه‌دار اجزا کلیدی زیر را دارا باشد:

۵-۱-۱ یک لایه پرده باران، که برای محفوظ نگه‌داشتن ساختمان از بارش شدید و مستقیم باران مد نظر است. بهتر است بعضی درزهای بین پانل‌ها یا در لبه‌های پرده باران باز گذاشته شوند.

1 - Pointing
2 - Soffit
3 - Plinth Cours

۵-۱-۲ یک فضای خالی که می‌تواند عایق‌کاری شده باشد و برای جمع‌آوری آب عبور کرده از درزهای لایه پرده باران، کاربرد دارد. این فضای خالی اجازه می‌دهد این آب‌ها به محل جمع‌آوری آب جریان یافته، جمع شده و به بیرون از فضای خالی زهکش شوند. بهتر است لایه عایق‌کاری به طور کامل فضای خالی حفره را پر نکند.

۵-۱-۳ دیوار پشت‌کار، که هدف از آن ایجاد مانعی در برابر نفوذ هوا و ورود آب به داخل ساختمان است.

یادآوری- نیاز نیست کلیه درزهای موجود در سامانه پرده باران باز گذاشته شوند. به صورت نوعی، درزها در قرنیزهای دیوار و پانل‌های آستانه‌ها درزگیری خواهند شد، همان طور که درزهای زیرطاق ممکن است درزگیری شوند. این امکان وجود دارد که کلیه درزهای عمودی و افقی نمای دیوار باز گذاشته شوند، یا این که کلیه آن‌ها درزگیری شوند. هر چند در اکثر موارد، باید کلیه درزهای نمای دیوار باید باز گذاشته شوند.

اگر لازم است درزهای باز در سطح پایین مورد استفاده قرار گیرند، بهتر است این احتمال در نظر گرفته شود که ممکن است افراد وسایلی را در درزهای باز وارد کنند؛ بنابراین استفاده از پوشش پرده باران بر روی سطوح پایین‌تر ساختمان‌ها (که در دسترس عموم هستند) مناسب نیست.

یادآوری- یک سامانه پوشش پرده باران تهویه‌دار، هم متعادل‌کننده فشار و هم زهکشی شده و تهویه‌دار است.

۵-۲ پوشش پرده باران متعادل‌کننده فشار

در یک سامانه پوشش پرده باران که در دسته پوشش‌های متعادل‌کننده فشار دسته‌بندی می‌شود، بهتر است فضای خالی پشت پانل‌های پرده باران به قسمت‌های جداگانه تقسیم‌بندی شود، به طوری که:

- اندازه عرض و ارتفاع هر جز بر اساس موقعیت آن در ساختمان، تعیین شود.
- فضای خالی پشت پانل‌ها از یک حداقل عمق مشخص بیش‌تر باشد که این عمق به طراحی درزها بستگی دارد؛
- فقط درزهایی که عرض آن‌ها از یک حداقل عرض مشخص بیش‌تر است به عنوان درز باز دسته‌بندی می‌شوند؛
- حداقل مساحت آزاد درزهای «باز»، از یک نسبت مشخص از حجم قسمت مورد نظر، بیش‌تر باشد؛
- تمهیداتی برای جلوگیری از نفوذ آب ایجاد شود که در فواصل مناسب آب را به سمت فضای خالی زهکش کند و هم‌چنین برای زهکش کردن چنین آبی به خارج از لایه پرده باران تمهیداتی اندیشیده شود.

۵-۳ پوشش پرده باران زهکش‌کننده و تهویه‌دار

اگر فضای خالی پرده باران مطابق با توصیه‌های پرده باران متعادل‌کننده فشار، به بخش‌هایی تقسیم‌بندی نشود، فقط مشروط به موارد زیر، آن سامانه در دسته پرده باران زهکش‌کننده و تهویه‌دار دسته‌بندی می‌شود:

- فضای خالی پشت پانل از یک حداقل عمق مشخص بیش‌تر باشد که این عمق به طراحی درز بستگی دارد؛
- فقط آن درزهایی که عرض آن‌ها از یک حداقل عرض مشخص بیش‌تر باشد به عنوان درز باز دسته‌بندی می‌شود؛
- تمهیداتی برای جلوگیری از نفوذ آب ایجاد شود که در فواصل مناسب آب را به سمت فضای خالی زهکش کند و هم‌چنین برای زهکش کردن چنین آبی به خارج از لایه پرده باران تمهیداتی اندیشیده شود.

۵-۴ کاربرد پرده باران

۵-۴-۱ کلیات

بهتر است آبی که از درزهای باز عبور کرده است به دیوار پشت‌کار نفوذ نکند و در فواصل مناسب جمع‌آوری شده و به خارج از دیوار زهکش شود.

هر نوع سنگ مورد استفاده برای سامانه‌های پوشش، به صورتی که در استاندارد بند ۲-۱ توصیف شده است، می‌تواند به عنوان بخشی از سامانه پوشش پرده باران مورد استفاده قرار گیرد، مشروط بر این که در طراحی سامانه پرده باران، توصیه‌های این بخش از استاندارد را برآورده کند؛ بهتر است طراحی پانل‌های سنگی برای سامانه‌های پوشش مطابق با استاندارد بند ۲-۹ باشد.

یادآوری- پانل‌های پرده باران، نمای ساختمان (فضای خالی و دیوار پشت‌کار) را از بارش مستقیم باران محفوظ می‌دارد. ورود آب از طریق درزهای باز به داخل پانل‌های پرده باران امری طبیعی است، اما برای حداقل کردن این آب وارد شده می‌توان تمهیداتی انجام داد.

۵-۴-۲ گیرداری‌های[1] سنگ

بهتر است پانل‌های سنگی با استفاده از روش توصیف شده در استاندارد بند ۲-۱ نصب شوند؛ اما این امکان وجود دارد که پانل‌های سنگی بر روی سامانه قاب‌بندی اختصاصی، که به طور صحیح بر روی ساختار ساختمان متصل شده است، نصب شوند.

یادآوری- اصول کلی نصب کردن پانل‌های سنگی بر روی یک سامانه قاب‌بندی حد واسط، همانند اصول نصب مستقیم پانل‌های سنگی بر روی ساختار اصلی ساختمان‌ها است.

۵-۴-۳ سامانه‌های قاب‌بندی

سامانه‌های قاب‌بندی حد واسط با توجه به سرعت بالای نصب پوشش سنگی، مزایای قابل توجهی دارند و برای سنگ‌های منفرد سامانه‌های زیادی ایجاد می‌شود، که به طور نسبتاً آسانی برداشته و جایگزین می‌شوند.

1 - Fixings

سامانه قاب‌بندی از شبکه‌ای از پروفیل‌های فلزی عمودی و افقی، عموماً از جنس آلومینیوم، تشکیل شده است. بعضی سامانه‌ها فقط از قاب‌های افقی، بعضی دیگر از قاب‌های عمودی و یا ترکیبی از آن‌ها استفاده می‌کنند. بسته به ماهیت ساختار ساختمان، قاب‌ها می‌توانند با روش‌های مختلفی به ساختار اصلی ساختمان‌ها نصب و محکم شوند.

اگر نمای ساختمان، دارای یک دیوار پشت‌کار پیوسته است که برای نگه‌داشتن گیرداری‌ها انتخاب شده و به اندازه کافی مقاوم است، اعضای قاب‌بندی می‌توانند در فواصل منظمی نصب شوند. فاصله‌داری گیرداری‌ها با توجه به محاسبات ساختاری و ویژگی‌های نوع گیرداری، تعیین می‌شود. در سامانه قاب‌بندی که هر دو نوع قاب‌های افقی و عمودی را دارد، ممکن است فقط قاب‌های عمودی به ساختار اصلی ساختمان متصل شده و قاب‌های افقی به صورت عمود بر روی قاب‌های عمودی متصل و محکم شوند.

۵-۴-۳-۱ کلیات

اگر ساختار اصلی ساختمان از یک اسکلت بتنی یا فلزی تشکیل شده باشد، فقط می‌توان پانل سامانه قاب‌بندی پرده باران را در نقاط مجزایی، نوعاً در هر دال سقف، به ساختمان متصل کرد. در این مورد، بهتر است برای نگه‌داشتن و تکیه‌گاه کل بارهای اعمالی بر روی سامانه پرده باران در هر نقطه، حداقل دو گیرداری مستقل در هر موقعیت گیرداری طراحی شود.

اگر سامانه قاب‌بندی بر روی یک ساختار از قبل موجود اجرا می‌شود، بهتر است طراح نما یا مهندس پروژه تایید کند که ساختار به اندازه کافی مقاوم بوده و می‌تواند وزن سامانه پرده باران را نگه‌داشته و هر نوع بار وارده بر سامانه را تحمل کند.

یادآوری- اگر یکی از گیرداری‌ها خراب شود، گیرداری اضافی این سامانه فعال می‌شود.

به خاطر این که اعضای قاب‌بندی افقی که مستقیماً پشت پانل‌های سنگی قرار گرفته‌اند، ممکن است موجب جلوگیری از جریان آب به پشت پانل‌ها شوند، بهتر است یک فاصله بین نمای ریل‌های افقی و پشت پانل‌های سنگی ایجاد شود.

۵-۴-۳-۲ جابجایی

اگر سامانه قاب‌بندی در طول چندین طبقه گسترش داشته باشد، بهتر است اتصالات به گونه‌ای باشند که ساختار اولیه ساختمان بتواند نسبت به سامانه پرده باران جابجایی داشته باشد، بدون این که باری بر روی پرده باران وارد آید.

بهتر است طراح نما جابجایی‌های در ساختار اصلی که وقوع آن‌ها ضروری است و هم‌چنین شرایط وقوع این جابجایی‌ها (بعضی جابجایی‌ها از قبیل نشست اولیه ساختمان، ممکن است قبل از نصب سامانه پرده باران اتفاق افتاده باشد، به ویژه در مورد پروژه‌های ایجاد پوشش مجدد بر روی ساختمان‌های از قبل موجود)، را مورد بررسی قرار دهد. بهتر است طراح نما تاثیر بارهای مرده، بارهای زنده، خزش، نشست و جابجایی‌های حرارتی و رطوبتی را مورد بررسی قرار دهد. جایی که ضروری است، طراح نما باید جابجایی‌های حرارتی و رطوبتی پانل‌های سنگی و سامانه قاب‌بندی را تعدیل کرده و اطمینان حاصل کند که حد مجاز برای تعدیل چنین جابجایی‌هایی، که ممکن است به جابجایی ساختار اولیه ساختمان‌ها اضافه شود، را تهیه کرده است. هم‌چنین بهتر است حدود مجاز برای تاثیر احتمالی رواداری‌های ساختن عرض درزهای حرکتی را تهیه کند.
ضریب انبساط حرارتی آلومینیوم به طور قابل توجهی بیش‌تر از سنگ یا سایر مصالح است و قاب‌بندی که در فضای خالی بیرونی لایه عایق‌کاری قرار گرفته است، می‌تواند به دمایی معادل با دمای پانل‌های سنگی برسد. مگر در مواردی که بتوان خلاف این را نشان داد، بهتر است هنگام محاسبه جابجایی‌های حرارتی در نظر داشته باشید که مولفه‌های درون فضای خالی، دمایی بین $-20^{\circ}C$ تا $65^{\circ}C$ را متحمل خواهند شد.
بهتر است سامانه قاب‌بندی اجازه دهد که هر دو عضو قاب‌بندی افقی و عمودی، به راحتی انبساط و انقباض حرارتی داشته باشند. بهتر است اعضای قاب‌بندی عمودی فقط در یک موقعیت و محل به صورت یک بار مرده به ساختار ساختمان متصل شوند. بهتر است سایر اتصالات اجازه دهند که اعضای قاب‌بندی نسبت به بست‌های گوشه‌ای دارای لغزش باشند.
برای حداقل کردن انبساط و انقباض حرارتی احتمالی، اعضای قاب‌بندی عمودی حداکثر در یک یا دو طبقه ساختمان گسترش داده شده و نصب شوند. بهتر است اتصالات بین طول‌های متوالی قاب، دارای ویژگی‌های یک توپی رابط[1] بوده و مانند آن عمل کنند، فقط به یک قطعه از قاب متصل شده و اجازه دهند اتصال لغزش داشته باشد، ضمن این که چیدمان انتها به انتهای قاب‌ها برقرار بوده و حفظ شود. بهتر است پانل‌ها به صورت متقاطع با چنین درزهای حرکتی نصب نشوند مگر این که حد مجاز جابجایی گیرداری‌های یک طرف درز حرکتی، با حد مجاز جابجایی درز حرکتی مساوی باشد.

۵-۴-۳-۳ گیرداری‌ها

در سامانه قاب‌بندی، ممکن است چندین شیوه برای ارتباط بین پانل‌های سنگی و ساختار اولیه ساختمان‌ها وجود داشته باشد، مثلاً:

۱- هنگام اتصال دو نیم‌رخ با قطر مساوی به یکدیگر از یک قطعه با قطر خارجی کمی کوچک‌تر از قطر داخلی دو نیم‌رخ اصلی استفاده کرده و این قطعه در درون هر دو نیم‌رخ قرار گرفته و نمی‌رخ‌ها را از انتها به انتها متصل می‌کند (رابط داخلی).

- یک پیچ خودکار[1] یا پیچ‌ومهره[2] یا مهاری که بست گوشه‌ای را به ساختار اصلی ساختمان‌ها متصل و محکم می‌کند؛

- لچکی (بست گوشه‌ای)؛

- یک پیچ پرچ شده[3]، پیچ خودکار یا پیچ‌ومهره یا مهاری که عضو قاب‌بندی عمودی را به بست گوشه‌ای متصل و محکم می‌کند؛

- یک پیچ پرچ شده، پیچ خودکار یا پیچ‌ومهره یا مهاری که عضو قاب‌بندی افقی را به عضو قاب‌بندی عمودی متصل و محکم می‌کند؛

- یک پیچ پرچ شده، پیچ خودکار یا پیچ‌ومهره یا مهاری، یا یک متصل کننده جفت و بست که یک بست گوشه‌ای، صفحه یا بست گیره‌ای[4] را به عضو قاب‌بندی افقی متصل و محکم می‌کند؛

- بست گوشه‌ای، صفحه یا بست گیره‌ای؛

- یک متصل کننده، مواد چسبنده یا سایر چفت‌ها یا مهارهایی که پانل سنگی را به بست گوشه‌ای، صفحه یا بست گیره‌ای متصل می‌کند.

توصیه می‌شود سنگ با استفاده از گیرداری‌های توصیف شده در استاندارد بند ۲-۱، یا با استفاده از گیره‌های ویژه‌ای که بخشی از سامانه قاب‌بندی را تشکیل می‌دهند، به سامانه قاب‌بندی متصل شود.

بهتر است طـراح نما برای اثبـات صحت عملکرد هر جز در این سری از اتصالات، محاسبات ساختاری یا داده‌های آزمون را انجام داده و ارایه کند. در مورد گیرداری‌های پیچ خودکار یا پیچ‌ومهره، بهتر است هر اتصال سطح قابل قبولی از مقاومت اضافی را داشته باشند، مثلاً اگر یکی از چفت‌ها یا مهارها خراب شد، چفت یا مهار دیگر وجود داشته باشد که بتواند بار طراحی را نگه‌داری و تحمل کند. توصیه می‌شود حد مجاز لازم برای ترکیب نیروهای نرمال و برشی که ممکن است به این اتصالات وارد آید، تهیه شود.

یادآوری- گیرداری مستقیم درون پانل سنگی می‌تواند از میخچه یا صفحه‌ای تشکیل شود که درون سوراخ یا شکاف سنگ قرار می‌گیرد، یا ممکن است یک مهاری انبساطی یا سایر انواع گیرداری باشد.

اگر میخچه، صفحه یا مهاری، با استفاده از درزگیر، رزین یا روان‌ملات[5] متصل و محکم شده باشد، بهتر است این مصالح به عنوان بخشی از سامانه گیرداری در نظر گرفته شوند. اگر برای اثبات عملکرد سامانه گیرداری از داده‌های آزمون در دسترس استفاده شده است، توصیه می‌شود در صورتی که هر جز از سامانه گیرداری اصلاح شده یا تغییر داده شده‌اند، این داده‌ها به عنوان داده نامعتبر در نظر گرفته شوند. به طور مشابه اگر

1 - Screwed Fastener
2 - Bolted Fastener
3 - Riveted Fastener
4 - Clip
5 - Grout

یک درزگیر مخصوص، ماده چسبنده یا روان‌ملات خاصی برای استفاده همراه با سامانه پرده باران انتخاب و تایید شده باشد، توصیه می‌شود از مصالح جایگزین دیگری استفاده نشود مگر این که شواهدی ارایه شود که اثبات کند این مصالح جایگزین سطح عملکرد مشابه یا بهتری دارند و این که دوام و پایداری سامانه، تحت اثرات مضری قرار نمی‌گیرد.

بهتر است برای اجتناب و جلوگیری از خوردگی دوفلزی، مطابق با استاندارد بند ۲-۱ بخش ۵-۷، مصالح غیرهمسان در گیرداری‌ها عایق‌کاری شوند. بهتر است همیشه این را در نظر داشت که ناحیه گیرداری احتمالاً مرطوب است. در محیط‌های دریایی و محل‌های تا ۱۰ کیلومتری دریا یا مدخل‌های جزر و مد، بهتر است از فلزاتی استفاده شود که دارای مقاومت کافی در برابر نمک محلول در آب باشند. به‌خصوص بهتر است توجه داشت که پس از خشک شدن کامل بعد از شرایط جوی شدید، غلظت نمک‌های محلول در آب به طور قابل توجهی افزایش یافته و نمک‌ها ممکن است بر روی یک سطح افقی یا سطحی که توسط آب باران شسته نشده است، انباشته شوند.

یادآوری- هم‌چنین احتمالاً بهتر است مصالح مشخص مانند آلومینیوم، در برابر تماس مستقیم با مصالح سیمانی عایق شوند.

بهتر است تصور نشود که هر گیرداری به میزان مساوی از بارهای اعمالی را متحمل می‌شود. تحت بار فشار (باد) یکنواخت در صورتی می‌توان گیرداری‌ها را تحت بار یکنواخت در نظر گرفت که:

الف- همه گیرداری‌ها در یک مدار دایره‌ای قرار گیرند؛

ب- گیرداری‌ها به صورت متقارن چیده شوند؛

ج- مرکز مدار دایره‌ای در مرکز فشار بار وارد بر پانل قرار گیرد.

در هر چیدمان دیگر برای گیرداری‌ها، هر گیرداری سهم متفاوتی از بار کلی را تحمل می‌کند و بهتر است طراح نما، باری که بر روی هر گیرداری وارد می‌آید را تعیین کند.

در یک پانل مستطیلی، بهتر است دو گیرداری در نزدیکی کف پانل و دو گیرداری در نزدیکی بالای پانل با فاصله مساوی از گوشه‌های پانل قرار گیرند؛ بسته به روش نصب و اتصال پانل به ساختار ساختمان، گیرداری‌ها می‌توانند به لبه‌های افقی یا لبه‌های عمودی پانل متصل و محکم شوند.

بهتر است گیرداری به گونه‌ای نصب شود که تنشی در پانل ایجاد نکند. اگر یک پانل با چهار گیرداری نصب می‌شود، سه گیرداری اول می‌توانند بدون ایجاد تنش در پانل، سفت و محکم شوند؛ اگر گیرداری چهارم بیش از اندازه سفت شده و برای قرار دادن پانل در موقعیت آن پانل را هل می‌دهد، این موجب ایجاد تنش‌های خمشی در پانل شده و مقاومت آن را کاهش می‌دهد. بهتر است همیشه گیرداری با جابجایی خارج از صفحه، مقداری سازگاری داشته باشد تا به پانل اجازه دهد که بدون ایجاد تنش‌های خمشی در سنگ، نصب و محکم شود.

همان گونه که عموماً امکان ندارد وزن پانل بر روی بیش‌تر از دو گیرداری نگه‌داشته شود، بهتر است وزن پانل بر روی دو گیرداری که ترجیحاً نزدیک به کف پانل هستند، تکیه کند (به طوری که وزن پانل موجب ایجاد تنش‌های عمدتاً فشاری در سنگ شود).

یادآوری- اگر وزن پانل بر روی گیرداری‌های بالا آویزان شود، این موجب ایجاد تنش‌های کششی در سایر قسمت‌های پانل می‌شود و مقاومت پانل را کاهش می‌دهد.

بهتر است سایر گیرداری‌ها به صورت گیرداری‌ها محدود کننده، مقاوم در برابر باد و سایر بارهای اعمال شده عمل کنند، اما اجازه دهند پانل نسبت به گیرداری‌های بارهای مرده، در جهت عمودی دارای جابجایی باشد.

بهتر است برای اثبات مقاومت مهارها، چفت‌ها یا میخچه‌ها آزمون‌هایی انجام شود که انجام این آزمون‌ها، به نزدیکی مهاری‌ها به لبه، نیروهای پانل و به نزدیکی آن‌ها به سایر گیرداری‌ها بستگی دارد (مثلاً اگر یک بست گوشه‌ای به وسیله دو مهاری انبساطی با فاصله نزدیک به هم، به پشت پانل سنگی متصل و محکم شود، مقاومت اتصال ممکن است کم‌تر از دو برابر مقاومت یک مهاری منفرد باشد.

بهتر است همیشه مهارها و چفت و بست‌ها مطابق با دستورالعمل‌های کارخانه سازنده به‌کار برده شوند. اگر مجبور هستیم از این مولفه‌ها با یک شیوه غیر استاندارد استفاده کنیم، بهتر است تاییدیه سازنده فرآورده اخذ شود.

بست‌هایی که دارای سطوح بالایی افقی هستند ممکن است به آب اجازه دهند تا در امتداد بالای بست گوشه‌ای جریان یابد و باعث پل بستن روی شکاف هوایی بر روی دیوار پشت‌کار یا عایق‌کاری شود، بنابراین بهتر است برای ایجاد تمهیدات اضافی جهت جلوگیری از وقوع جابجایی آب، بررسی‌هایی انجام شود.

۵-۴-۳-۴ انحناها

اگر سامانه قاب‌بندی در فاصله بین طبقات ساختار اصلی ساختمان گسترش داده شده و ساخته شود، بهتر است طراح نما با ارایه محاسبات و دلایلی اثبات نماید که مقاومت سامانه قاب‌بندی مناسب است و بیش‌تر از مقادیر مجاز و قابل قبول دچار انحنا نخواهد شد و این که انحنای سامانه قاب‌بندی موجب نخواهد شد که اجزا متصل به سامانه، به صورت آزادانه حرکت ارتجاعی و فنری داشته باشند.

بهتر است انحنای سامانه قاب‌بندی موجب افزایش آسیب به پانل‌های سنگی، سامانه قاب‌بندی (شامل گیرداری‌های آن) و هر نوع پوشش و آستر احتمالی اجرا شده بر پشت سامانه قاب‌بندی، نشود. جابجایی به این دلیل رخ می‌دهد که پانل‌های سنگی بر روی یک سامانه قاب‌بندی حد واسط نصب شده‌اند و بهتر است اعضای قاب‌بندی افقی دچار پیچش و خمیدگی نشوند، اگر این موضوع احتمالاً پانل‌های دیگر را از جای خود بیرون می‌راند، می‌توان با استفاده از اعضای قاب‌بندی افقی سفت‌تر یا اضافه کردن اعضای قاب‌بندی عمودی، از این موضوع جلوگیری کرد.

یادآوری- یک عضو سامانه قاب‌بندی افقی که چندین پانل سنگی را نگه می‌دارد، در قسمت وسط دچار انحنای رو به پایین خواهد شد، مگر این که در فواصل مساوی از اعضای قاب‌بندی عمودی استفاده شود. مکانیزمی که پانل‌های سنگی را به اعضای قاب‌بندی افقی متصل می‌کند ممکن است برای تراز شدن به پیچ تنظیم تراز نیاز داشته باشد، برای این که عرض درزهای افقی یکنواخت است. هم‌چنین ممکن است نیاز باشد قبل از این که تراز و تنظیم کردن پانل‌ها شروع شود، کلیه پانل‌ها بر روی اعضای قاب‌بندی افقی به صورت شل بسته شوند، در غیر این صورت اضافه کردن پانل‌ها احتمالاً موجب می‌شود پانل‌های اول به صورت خارج از محور خود تنظیم و نصب شوند، به طوری که عضو قاب‌بندی افقی بعداً شیب‌دار می‌شود.

۵-۴-۳-۵ آسترهای خشک[1]

اگر سامانه قاب‌بندی دارای آسترهای خشک یا سایر پرداخت‌ها باشد، بهتر است این قسمت‌ها به عنوان یک بخش تفکیک‌ناپذیر سامانه پرده باران طراحی شده و مورد آزمون قرار گیرند.

یادآوری- در سامانه پرده باران تهویه‌دار، بارهای قابل توجهی به دیوار پشت‌کار منتقل می‌شود.

۵-۴-۳-۶ مصالح

چوب، ماده مناسبی برای قاب‌بندی در سامانه پرده باران سنگی نیست و بهتر است در هیچ بخشی از این سامانه از چوب استفاده نشود.

به دلیل این که انجام بازرسی در فضای خالی سامانه پرده باران، حتی اگر راه دسترسی دایمی نیز تعبیه شده باشد، مشکل است، بهتر است مصالحی در پشت لایه پرده باران استفاده شود که عمر متوسط آن مصالح، در شرایط بهره‌برداری، حداقل برابر با عمر متوسط خود لایه پرده باران باشد.

۵-۴-۴ درزها

۵-۴-۴-۱ کلیات

بهتر است حداقل عرض درز (قطر بزرگ‌ترین میله استوانه‌ای که می‌تواند از میان درز عبور کند) بر اساس موارد زیر تعیین شود:

الف- برای یک درز که در هر زمانی در دسته درز باز قرار می‌گیرد، بهتر است حداقل عرض درز با در نظر داشتن بدترین شرایط رواداری‌ها، ۱۰mm باشد.

ب- برای یک درز که در دسته زهکشی آزاد[2] قرار می‌گیرد، بهتر است حداقل عرض درز با در نظر داشتن بدترین شرایط رواداری‌ها، ۶mm باشد.

بهتر است درزهای کم عرض با مواد مقاوم در برابر آب درزگیری شده یا پر شوند (بند ۵-۴-۴-۲ را ببینید).

---

1 - Dry Linings
2 - Free Draining

در سامانه پرده باران متعادل‌کننده فشار، بهتر است در همه قسمت‌های سامانه بعضی از درزها باز باشند.

در سامانه پرده باران زهکشی شده و تهویه‌دار، بهتر است درزهای بالا و پایین هر فضای خالی به صورت درز با زهکشی آزاد باشند.

یادآوری ۱- درزهای بین پانل‌های سنگی بدین منظور طراحی شده‌اند که اجازه دهند هوا در پشت پانل‌ها جریان داشته باشد و هم‌چنین برای زهکش کردن آب درون فضای خالی تعبیه می‌شوند. ضمن این که از طریق این درزها مقدار آبی که ممکن است به داخل نفوذ کند، در مقایسه با آبی که از نفوذ آن توسط پانل‌های پرده باران جلوگیری می‌شود، مقدار حداقلی است. عرض درزها یکی از جنبه‌های مهم در عملکرد سامانه پرده باران است. آب می‌تواند یک در عرض شکاف کم‌تر از ۶mm اتصال برقرار کرده و پل بزند در حالی که برف و یخ قادر هستند در عرض شکاف کم‌تر از ۱۰mm پل زده و اتصال برقرار کنند.

یادآوری ۲- می‌توان عبور آب از درز را با استفاده از یک درز کم عرض، درزگیری شده، مسدود شده با تیغه یا درز مارپیچی محدود کرد.

۵-۴-۴-۲ درزهای درزگیری شده

یک درز می‌تواند با استفاده از درزگیر با کاربرد در محل، درزبند (یا واشر) از قبل آماده شده یا نوار اسفنجی[1] درزگیری شود. بهتر است مصالح درزگیر با خود سنگ و هر مصالح دیگر نزدیک به درز درزگیری شده، سازگار باشند.

بهتر است درزهای درزگیری شده مطابق با استاندارد بند ۲-۷ باشند.

اگر برای درزگیری درز از نوار اسفنجی استفاده می‌شود، بهتر است اشاره شود که انواع نوارهای اسفنجی سلول باز، مانعی را در برابر نفوذ آب ایجاد می‌کنند، در حالی که هوا هم‌چنان می‌تواند از درز عبور کند.

بهتر است احتمال انباشتگی چرک و لکه بر روی درزها در نظر گرفته شود زیرا این مورد ممکن است منجر به لکه‌زایی بر روی نما شود.

اگر برای درزگیری درز از درزگیر مرطوب با کاربرد در محل استفاده می‌شود، بهتر است قبل از انجام درزگیری مصالح حمال در درز قرار داده شود.

بهتر است کلیه مصالح مورد استفاده برای درزگیری با سنگ سازگار باشند و موجب لکه‌زایی و رنگ‌پریدگی سنگ نشوند.

۵-۴-۴-۳ درز مسدود شده[2]

بهتر است درزهای مسدود شده مطابق با استاندارد بند ۲-۷ باشند.

بهتر است درز مسدود شده باز همیشه دارای حداقل عرض شکاف (در یک طرف تیغه مسدود کننده یا هر دو طرف تیغه مسدود کننده) ۱۰mm باشد.

---

1 - Foam Tape
2 - Baffled Joint

یادآوری- عموماً اعضای قاب‌بندی به شکل تیغه‌های پشت درزها استفاده می‌شوند.

۵-۴-۴-۴ درز مارپیچی[1]

بهتر است درزهای مارپیچی مطابق با استاندارد بند ۲-۷ باشند.

بهتر است درز مارپیچی باز همیشه دارای حداقل عرض شکاف ۱۰mm باشد.

یادآوری- در درز مارپیچی، لبه‌های پانل‌های مجاور هم به گونه‌ای شکل داده شده‌اند که دارای هم‌پوشانی بوده یا در هم قفل شده باشند و از عبور مستقیم آب جلوگیری کنند.

۵-۴-۴-۵ نیم‌رخ (پروفیل) لبه پانل‌ها

ممکن است لبه پانل‌های سنگی شیاردار یا شکاف‌دار باشد. به خاطر این که ممکن است در شیارها یا گوشه‌های لبه‌های پروفیل شده، آب جمع شود، بهتر است موادی که احتمالاً در تماس با این آب قرار می‌گیرند، در برابر آب مقاوم باشند. لازم است خطر محلول‌های شور با غلظت بالا که در طی خشک شدن آب محبوس در درزها رسوب می‌کنند، در ساختمان‌های با فاصله کم‌تر از ۱۰ کیلومتری از دریا یا محیط‌های دریایی، مورد بررسی قرار گیرند. اگر شیارها یا شکاف‌هایی (چاک‌ها و مادگی جای زبانه) در لبه افقی بالایی پانل ایجاد می‌شود، بهتر است این شیارها و شکاف‌ها به گونه‌ای باشند که آب نتواند در آن‌ها محبوس شود.

۵-۵ فضالی خالی

۵-۵-۱ کلیات

فضای خالی یک شکاف هوایی مشخص، که مستقیماً پشت پانل‌های پرده باران قرار دارد، را ایجاد می‌کند.

یادآوری- فضای خالی، حفره بین پشت پانل‌های پرده باران و سطح دیوار پشت‌کار است.

۵-۵-۲ متعادل کردن فشار

در پرده باران متعادل‌کننده فشار، بهتر است حجم هوا در هر قسمت سامانه پرده باران (برحسب متر مکعب) از ۸۰ برابر حداقل مساحت آزاد درزهای باز درون فضای خالی (برحسب متر مربع) بیش‌تر نباشد.

۵-۵-۳ شکاف هوایی[2]

بهتر است عرض شکاف هوایی، پس از تجمیع بدترین حالت رواداری مجاز، مطابق با موارد زیر باشد:

---

1 - Labyrinth Joints
2 - Air Gap

۵-۵-۳-۱ در پرده باران بدون تهویه و پرده باران زهکشی شده و تهویه‌دار با درزهای کم‌عرض درزگیری شده، بهتر است شکاف هوایی حداقل ۲۵mm عمق داشته باشد.

۵-۵-۳-۲ در پرده باران زهکشی شده و تهویه‌دار و پرده باران متعادل‌کننده فشار با درزهای مارپیچی یا مسدود شده با تیغه، بهتر است شکاف هوایی حداقل ۳۸mm عمق داشته باشد.

۵-۵-۳-۳ در پرده باران متعادل‌کننده فشار با درزهای باز، بهتر است شکاف هوایی حداقل ۵۰mm عمق داشته باشد.

۵-۵-۴ عایق‌کاری

اگر لایه عایق‌کاری بر روی نمای دیوار پشت‌کار نصب می‌شود، بهتر است به عنوان یک بخش داخلی فضای خالی در نظر گرفته شود.

بهتر است لایه عایق‌کاری به طور محکم بر روی دیوار پشت‌کار نصب شده و به طور مناسب بر روی کل مساحت آن نگه داشته شود، به خاطر این که هوا در فضای خالی در معرض نوسانات زیاد فشار و جریانات هوایی قرار دارد و ممکن است (اگر به طور مناسب نصب نشده باشد) لایه عایق‌کاری از جای خود بیرون رانده شود.

بهتر است درز بین قطعات عایق‌کاری نزدیک به هم و بدون شکاف‌های با عرض بزرگ‌تر از ۵mm، آب‌بندی شود. اگر اجزایی از قبیل قاب‌بندی یا بست‌های گیرداری از درون لایه عایق عبور می‌کند، بهتر است شکاف اطراف چنین اجزایی بیش‌تر از ۵mm نباشد. اگر برای درزگیری روی چنین درزهایی از یک نوار چسب استفاده می‌شود، بهتر است اثبات شود که دوام این نوار، حداقل به اندازه پانل‌های پرده باران است.

۵-۵-۵ دهلیزبندی (تقسیم‌بندی)[1]

در پرده باران متعادل‌کننده فشار، بهتر است فضای خالی به دهلیزها یا بخش‌هایی تقسیم‌بندی شود. بهتر است سدها یا موانع دهلیزی[2] توصیه‌های زیر را برآورده سازند:

الف- بهتر است از سدهای دهلیزی افقی در هر سطح کف استفاده شود.

ب- بهتر است از سدهای دهلیزی عمودی در فواصل کم‌تر یا مساوی ۶m استفاده شود.

ج- بهتر است فاصله بین سدهای دهلیزی عمودی در فاصله ۶m از گوشه ساختمان، بیش‌تر از ۱٫۵m نباشد.

د- بهتر است فاصله یک سد دهلیزی عمودی از گوشه ساختمان بیش‌تر از ۳۰۰mm نباشد.

1 - Compartmentation
2 - Compartment Barriers

ه- در هر موقعیت ساختمان که پیکربندی پوشش در نمای بالا، بیش‌تر از ۱۵ درجه تغییر زاویه دارد (یعنی دو سطح ساختمان در پلان با زاویه بیش‌تر از ۱۵ درجه به یگدیگر رسیده‌اند)، بهتر است به عنوان یک گوشه در نظر گرفته شود.

برای این که در اثر نوسانات فشار باد درون فضای خالی، سدهای دهلیزی از جای خود بیرون رانده نشوند و جریان آب به پشت پرده باران راه پیدا نکند، توصیه می‌شود سدهای دهلیزی به طور محکم و دایمی در محل خود نصب شوند. ممکن است در طراحی سامانه پوشش، سدهای دهلیزی به شکل یک تیغه پشت درز باز، به صورت یک‌پارچه با سامانه طراحی شوند. در چنین مواردی بهتر است شکاف بین سد دهلیزی و پشت پانل‌ها، برای برآورده کردن توصیه‌های ارایه شده در مورد درز کافی باشد (مثلاً ۱۰mm برای یک درز باز)، اما به منظور اجتناب از به خطر افتادن اصول تقسیم‌بندی و دهلیزبندی، توصیه می‌شود این شکاف از این مقدار خیلی بیش‌تر نباشد.

اگر چنین شیوه‌ای به کار گرفته شود، بهتر است مصالح سد دهلیزی غیرجاذب بوده در برابر اثرات آب مقاوم باشند. در محاسبات سامانه متعادل‌کننده فشار، بهتر است درز در وسط دو دهلیز قرار گرفته و نیمی از عرض درز با هر یک از دو دهـلیز در تماس باشـد. اگر از یک نوار باریک‌تر از سایر مصالح به عنوان تیغه پشت درز استفاده می‌شود، بهتر است سد دهلیزی تحت فشار، در مقابل پشت تیغه قرار داده شود. اگر سد دهلیزی در تماس با یک درز تنظیم نشده باشد، بهتر است این سد در تماس با پشت پانل‌ها قرار داده شود.

بهتر است سدهای دهلیزی به گونه‌ای باشند که کل نشت هوا از دیوار پشت‌کار و سدهای اطراف دورتادور هر دهلیز، بیش‌تر از ۱۰٪ کل نشت هوا از درزهای پرده باران نباشد. برای محاسبه این موضوع بهتر است فرض شود که کلیه درزها در پرده باران درز باز هستند، حتی اگر عرض آن‌ها کم‌تر از ۱۰mm باشد. بهتر است در صورت ضرورت نیاز، به وجود غشای تهویه (لایه هواگیری) یا لایه کنترل بخار آب در فضای خالی توجه شود. نیاز به چنین مولفه‌ای در استاندارد بند ۲-۱۷ تعیین شده است. هر چند که بهتر است از استفاده از لایه پوسته در فضای خالی، به خصوص بر روی سطح لایه عایق‌کاری، اجتناب شود، زیرا این لایه‌ها در معرض نوسانات شدید فشار قرار داشته و نمی‌توان برای کنترل آسیب یا خرابی سریعاً آن‌ها را بازرسی کرد.

۵-۵-۶ غشای تهویه (پوسته هواگیری)[1]

بهتر است درزهای افقی در غشای تهویه طراحی و قرار داده شود، برای این که آبی که به سطح بیرونی غشای تهویه می‌رسـد، نتـواند به پـشت غشا راه پیـدا کنـد. بهـتر است درزهـا در غشای تهویه حداقل ۱۵۰mm هم‌پوشانی داشته باشند.

1 - Breather Membrane

اگر غشای تهویه بر روی سطح دیوار پشت‌کار نصب می‌شود، بهتر است قبل از نصب بست‌هایی که دیوار پشت‌کار را نگه می‌دارند، غشای تهویه نصب شود. هر چند بهتر است اشاره شود که اگر غشای تهویه خیلی ضخیم باشد این خطر وجود دارد که غشا بیش از حد فشرده شده و بست‌ها دچار سست‌شدگی و نشست شوند. اگر غشای تهویه بر روی سطح لایه عایق نصب می‌شود، بهتر است غشای تهویه پیرامون هر وسیله که درون لایه عایق نفوذ کرده است، محکم شده و درزگیری شود. بهتر توجه ویژه‌ای به درزهای حرکتی معطوف شود، برای این که اگر جابجایی ساختاری در ساختمان رخ داد، غشای تهویه پاره نشود.

یادآوری- یک غشای تهویه ممکن است بر روی نمای بیرونی لایه عایق‌کاری، مورد استفاده قرار گیرد یا اگر لایه عایق‌کاری وجود نداشته یا در برابر اثرات رطوبت مقاوم باشد، بر روی سطح دیوار پشت‌کار مورد استفاده قرار گیرد. غشای تهویه ممکن است یک مصالح ورقه‌ای باشد یا یک پوشش مایع باشد که به صورت مایع (مانند رنگ) بر روی سطح دیوار پشت‌کار مالیده می‌شود. هر چند که احتمالاً یک پوشش مایع بیش‌تر نقش لایه کنترل بخار آب را به عهده دارد.

۵-۵-۷ لایه کنترل بخار آب[1]

بهتر است لایه کنترل بخار آب، در صورت نیاز و با انجام یک تحلیل، مطابق با استاندارد بند ۲-۱۷ مورد استفاده قرار گیرد. بهتر است لایه کنترل بخار آب بر روی سمت گرم لایه عایق‌کاری نصب شود.

یادآوری- یک پوشش قیری یا رنگ مشابه آن که بر روی سطح دیوار آجری یا دیوار بتنی پشت‌کار اعمال می‌شود می‌تواند به عنوان لایه کنترل بخار آب عمل کند. همانند غشای تهویه، اگر لایه کنترل بخار آب خیلی ضخیم باشد این خطر وجود دارد که لایه بیش از حد فشرده شده و بست‌ها دچار سست‌شدگی و نشست شوند.

اگر چهارچوب یا لچکی در لایه کنترل بخار آب نفوذ کرده است، بهتر است برای اثبات اینکه پل‌بندی حرارتی ناشی از چهارچوب یا لچکی، منجر به بالا رفتن تراکم در سمت گرم لایه کنترل بخار آب نشود، یک تحلیل مطابق با استاندارد بند ۲- ۳ انجام شود.

بهتر است درزهایی در لایه کنترل بخار آب طراحی و ایجاد شود، برای این که آبی که به سطح بیرونی لایه کنترل بخار آب می‌رسد، نتواند به پشت لایه راه پیدا کند.

یادآوری- توصیه می‌شود درزها در لایه کنترل بخار آب، با نوار چسب بسته شوند.

اگر لایه کنترل بخار آب جز غیرقابل تفکیک از لایه عایق باشد، بهتر است درزهای بین لایه‌های عایق‌کاری به طور محکم کیپ شده و ترجیحاً بیش‌تحکیم شوند. بهتر است برای اطمینان از این که لایه عایق به روش درستی نصب شده است، لایه عایق مورد بررسی قرار گیرد.

1 - Vapour Control Layer

بهتر است درزها در غشای لایه کنترل بخار آب حداقل ۱۵۰mm هم‌پوشانی داشته باشند. توصیه می‌شود توجه ویژه‌ای به درزهای حرکتی معطوف شود، برای این که اگر جابجایی ساختاری رخ داد، لایه کنترل بخار آب پاره نشود. بهتر است وسایل نفوذ کرده در لایه کنترل بخار آب حداقل باشند.

۵-۶ دیوار پشت‌کار

دیوار پشت‌کار می‌تواند شکل‌های متنوعی داشته باشد، مثلاً:

الف- پانل‌های بتن پیش‌ساخته، که مستقیماً بر روی اسکلت ساختار اصلی ساختمان تکیه دارند.

ب- یک دیوار دیافراگمی بتنی تقویت شده، که به صورت برجا بتن‌ریزی می‌شود؛

ج- دیوارکشی بلوک‌چینی یا آجری که به صورت برجا ساخته شده و بر روی لبه کف تکیه دارد.

د- آستر خشک روی چهارچوب چوبی[1]، که به طور مستقیم بر روی ورق‌سنگ کف نصب می‌شود.

ه- آستر خشک مانند پانل‌های پرده باران، به طور مستقیم از پشت، توسط یک چهارچوب نگه‌داشته شوند.

بهتر است دیوار پشت‌کار به اندازه کافی محکم و مقاوم باشد تا در برابر کلیه بارهایی که ممکن است بر آن وارد آید، پایدار باشد. در سامانه پرده باران تهویه‌دار، بهتر است دیوار پشت‌کار در برابر کل بار باد و هم‌چنین بارهای نقطه‌ای منتقل شده به آن توسط سامانه گیرداری، پایدار و مقاوم باشد.

اگر دیوار پشت‌کار بر روی لبه کف تکیه دارد، بهتر است دیوار پشت‌کار بتواند جابجایی تفاضلی بین ورق‌سنگ‌های کف را تعدیل کند و این که دیوار پشت‌کار در اثر فشار باد دچار واژگونی نشود.

اگر دیوار پشت‌کار، یک دیوار آجری یا بتنی است، بهتر است دیوار قادر باشد سامانه پرده باران را نگه دارد (برای اثبات این موضوع ممکن است به انجام آزمون‌هایی نیاز باشد)؛ آزمون بیرون‌کشی و آزمون بار آزمایشی گیرداری‌های درون دیوار موجود، ضروری است.

۵-۷ لایه آب‌گیر شکل‌دار فضای خالی[2]

بهتر است برای جلوگیری از زهکش شدن آب به پشت پرده باران و به منظور جمع‌آوری و زهکش کردن این آب به خارج از نما، نوعاً در درز باز یا درز با زهکشی آزاد افقی، لایه‌های آب‌گیر در فواصل مناسب تعبیه شوند. بهتر است لایه آب‌گیر به صورت پیوسته بوده و درزهای بین طول‌های پیوسته لایه‌های آب‌گیر، هم‌پوشانی داشته باشند یا مطابق با دستورالعمل‌های کارخانه سازنده درزگیری شوند.

یادآوری- هم‌چنین لایه‌های آبگیر می‌توانند به عنوان سدهای دهلیزی استفاده شوند. جایی که سدهای دهلیزی عمودی به لایه‌های آب‌گیر می‌رسند، برای اطمینان از تعادل فشار، نیاز است که شکاف‌ها و بازشدگی‌ها درزگیری شوند.

---

1 - StudWork

2- Cavity Trays

توصیه می‌شود که اگر از آتش‌بندها یا دودبندها استفاده می‌شود برای کاهش خطر مرطوب شدن، به طور مستقیم زیر لایه‌های آب‌گیر قرار داده شوند. اگر لایه‌های آب‌گیر به صورت سدهای دهلیزی افقی استفاده نشوند، آن‌گاه بهتر است برای اطمینان از زهکش شدن آب به خارج و در خلاف جهت دیوار پشت‌کار، سطح بالایی سدهای دهلیزی به سمت خارج شیب‌دار شود.

۵-۸ قرنیزها، زیرطاق‌ها و بغل‌پنجره‌ها[1]

بهتر است در سطوحی که نما به سمت بالا است، درزهای باز نداشته باشند، حتی اگر این درزها مارپیچی بوده یا به وسیله تیغه مسدود شده باشند. بهتر است کلیه درزها در چنین سطوحی درزگیری شوند.

ممکن است فصل مشترک بین یک در یا پنجره با لایه پرده باران از پانل‌های سنگی، یا از سایر مصالح از قبیل فلزات پرس شده ساخته شده باشد. این اقلام ممکن است به ساختار اصلی ساختمان متصل شده یا به سامانه قاب‌بندی که پانل‌های سنگی را نگه می‌دارد محکم شوند؛ بهتر است گیرداری‌های مورد استفاده برای این اجزا، همان توصیه‌های مربوط به متصل کردن پانل‌های سنگی به پرده باران، را برآورده کنند.

بهتر است برای زهکشی آب از سطوح رو به بالای نما، بررسی‌هایی انجام شود. ممکن است در درزگیرهای قرار گرفته در این موقعیت‌ها گرد و غبار انباشته شده و به طور مستقیم در زیر آستانه پنجره‌ها و درز قرنیزها، موجب لکه‌زایی نما شود. بهتر است برای جدا کردن جریان آب زهکش شده از سطح عمودی دیوار، از عوارضی مانند لبه‌ها و چکه کردن‌ها[2] استفاده شود.

بهتر است به صورت زیر، از الگوی لکه‌زایی در قرنیزها و آستانه‌ها اجتناب شود:

الف- برای زهکش کردن آب به درون پوشش سقف و آب‌روها، قرنیزها در سطح سقف شیب‌دار باشند.

ب- بهتر است آستانه‌ها شیب‌دار باشند یا اگر افقی هستند، بهتر است برای اجازه دادن به زهکش شدن آب از سطح نما، به یک پیش‌آمدگی یا شیار آب‌چکان مجهز شوند.

بهتر است درها و پنجره‌ها به دیوار پشت‌کار محکم شوند، نه به پرده باران. اگر در یا پنجره باید طرحی مشابه با سطح پانل‌های پرده باران داشته باشد، بهتر است برای این که در قسمت‌های قرار گرفته درون پرده باران مانند در یا پنجره نشت هوا و آب اتفاق نیافتد، به جزییات دقیق توجه شود.

یادآوری- قسمت‌های قرار گرفته درون سامانه پرده باران، از قبیل درها و پنجره‌ها و انتهاهای طبیعی سامانه پرده باران، از قبیل آن چه در قرنیزها اتفاق می‌افتد، به آماده‌سازی‌ها و عملیات‌های متفاوتی نیاز دارند.

1 - Reveals
2 - Lips and Drips

۶ عملکرد

۶-۱ عملکرد ساختاری

یادآوری ۱- لایه‌های مختلف یک نمای پرده باران، به روش‌های مختلفی در عملکرد نما مشارکت دارند.

یادآوری ۲- استفاده از پانل‌های سنگی بزرگ‌تر و ضخیم‌تر مزایایی دارد که استفاده از تحلیل ساختاری همراه با جزییات را توجیه می‌کند.

۶-۱-۱ کلیات

بهتر است یا به وسیله آزمون و یا به وسیله محاسبات اثبات شود که:

الف- تنش‌های کششی خمشی در پانل‌های سنگی، با احتساب ضریب ایمنی مناسب، بیش‌تر از مقاومت کششی سنگ نباشد. در بدترین حالت، بهتر است فرض شود که پانل فقط بر روی دو لبه تکیه دارد و توصیه می‌شود بار باد بر اساس مساحت سطح کلی پانل محاسبه شود. اگر بتوان این را اثبات کرد که سامانه پرده باران به صورت سامانه متعادل‌کننده فشار است، ممکن است بار باد بر روی پانل سنگی به دو سوم بار باد طراحی شده کاهش یابد؛

ب- تنش‌های کششی در نقاط گیرداری پانل‌های سنگی، با احتساب ضریب ایمنی مناسب، بیش‌تر از مقاومت کششی سنگ نباشد. در بدترین حالت، بهتر است فرض شود که پانل فقط توسط حداکثر سه گیرداری نگه داشته می‌شود، مگر این که بتوان نشان داد که گیرداری‌ها به گونه‌ای نصب شده‌اند که بار به طور یکنواخت بر روی همه گیرداری‌ها توزیع شده است.

ج- مقاومت هر اتصال بین گیرداری حدواسط به پانل سنگی و ساختار اصلی ساختمان‌ها، بیش‌تر از باری نباشد که احتمالاً بر سامانه پرده باران وارد می‌آید؛

د- اعضای قاب‌بندی تحت کاربرد بارهای طراحی شده، برای کلیه دهانه‌ها و پروفیل‌های استفاده شده در سامانه، دچار خمیدگی و خمش نشود.

ه- انحنای اعضای قاب‌بندی تحت بارهایی که احتمالاً بر روی سامانه پرده باران وارد می‌آید، بیش‌تر از حد مجاز نباشد.

و- دیوار پشت‌کار تحت بارهایی که احتمالاً بر روی سامانه پرده باران وارد می‌آید، دچار واژگونی و شکست نخواهد شد.

ز- گیرداری‌های درون دیوار پشت‌کار، تحت بارهایی که احتمالاً بر روی سامانه پرده باران وارد می‌آید، از جای خود خارج نخواهد شد.

توصیه می‌شود به شرایط اضطراری که فقط به صورت موضعی در نما اتفاق می‌افتد، توجه ویژه‌ای معطوف شود، مثلاً طبقه هم‌کف ارتفاع بیش‌تری نسبت به سایر جاهای ساختمان دارد.

برای اثبات مناسب بودن سامانه قاب‌بندی بهتر است از نتایج آزمون قبلی، البته مشروط بر این که محدودیت‌های زیر مد نظر قرار داده شوند، استفاده شود:

الف- بهتر است سختی اعضای قاب‌بندی واقعی از سختی اعضای قاب‌بندی که قبلاً مورد آزمون قرار گرفته‌اند، کم‌تر نباشد.

ب- بهتر است چرخش اعضای قاب‌بندی واقعی در نقاط گیرداری از چرخش اعضای قاب‌بندی که قبلاً مورد آزمون قرار گرفته‌اند، بیش‌تر نباشد.

ج- بهتر است باری که به هر گیرداری منتقل می‌شود، از باری که به هر گیرداری سامانه آزموده شده منتقل می‌شود، بیش‌تر نباشد.

د- بهتر است وزن پانل سنگی، از وزن پانل سنگی آزموده شده بیش‌تر نباشد.

بهتر است دیوار پشت‌کار بتواند در برابر کل بار طراحی، به علاوه بارهای ناشی از نگهداری یا شرایط موقتی حین ساخت، پایدار و مقاوم باشد.

۶-۱-۲ بارهای قابلیت بهره‌برداری و ضرایب بار نهایی

بهتر است بر اساس اصول زیر، بارهای قابلیت بهره‌برداری برای نما محاسبه شود:

الف- مشخصه بار باد: (W_e) مطابق با استاندارد بند ۲-۱۲؛

ب- مشخصه بار مرده: (G_K) مطابق با استاندارد بند ۲-۶؛

ج- مشخصه بار زنده: (Q_K) مطابق با استاندارد بند ۲-۱۰.

به منظور قابلیت بهره‌برداری، ممکن از این بارها به طور مستقیم برای تعیین تغییرشکل و انحنای پانل‌های سنگی و قاب نگه‌دارنده استفاده شود. بهتر است هنگامی که حداکثر بار بهره‌برداری طراحی اعمال می‌شود، هم انحنای سامانه بیش‌تر از حدود مجاز و قابل قبول نباشد و هم تغییرشکل دایمی بیش از اندازه ایجاد نشود.

یادآوری- این موضوع می‌تواند با آزمون یا محاسبات اثبات شود.

سنگ ماده تردی است که تحت بیش‌تنشی دچار شکست می‌شود، بنابراین بهتر است طراحی پانل‌ها و گیرداری‌ها بر اساس حالت حدی نهایی باشد. بهتر است هنگام محاسبه بارهای طراحی نهایی، ضرایب بار (γ_k) زیر مورد استفاده قرار گیرند:

الف- ضریب بار باد: ۱٫۴؛

ب- ضریب بار مرده: ۱٫۴؛

ج- ضریب بار زنده: ۱٫۶؛

بهتر است بارها در شرایط صحیحی اعمال شوند، مثلاً بارها به صورت عمود بر سطح سامانه اعمال شوند، بارهای مرده به صورت عمودی و بارهای زنده در جهات مختلف، بسته به منبع بار و نقطه اعمال بار وارد آیند.

یادآوری- ممکن است فرض شود که بدترین حالت بار اعمالی، به طور همزمان با بدترین حالت بار باد، اتفاق نخواهد افتاد.

۶-۱-۳ بارهای ایمنی

بهتر است اثبات شود که هیچ یک از پانل‌های پرده باران و اجزا اتصال سامانه، هنگامی که در معرض بار معادل با ۱٫۵ برابر حداکثر بار بهره‌برداری طراحی قرار می‌گیرند، دچار شکست نمی‌شوند.

۶-۱-۴ ضرایب ایمنی سنگ

به چندین دلیل ضریب ایمنی مد نظر برای مصالح سنگ طبیعی عموماً بیش‌تر از سایر مصالح بوده و بهتر است موارد زیر مد نظر قرار داده شوند:

الف- سنگ یک مصالح طبیعی بوده و در طی ساخت آن نمی‌توان درجه یکسانی از کنترل طی ساخت را در مورد فرآورده‌های ساخته شده کارخانه داشت.

ب- سنگ یک ماده ترد بوده و برای تعدیل تنش‌های موضعی بالا نمی‌تواند از خود انعطاف نشان دهد و آن را تعدیل کند (مثلاً اگر بیش‌تنش روی آن اعمال شود دچار شکت می‌شود)؛

ج- سنگ احتمالاً در معرض هجوم/تخریب محیط آلوده قرار گیرد و این ممکن است مقاومت سنگ را کاهش دهد؛

د- سنگ ممکن است حاوی نقایص یا ادخال‌هایی باشد که مصالح را ضعیف می‌کند و هیچ تضمینی وجود ندارد که یک برنامه آزمون قطعات سنگ دارای یکی از این نقایص را، محدود و معین کند.

ه- سنگ ممکن است در اثر چرخه‌های حرارتی/ رطوبتی یا بارهای باد چرخه‌ای دچار ترک (ریزترک) شود و این موضوع مقاومت سنگ را کاهش می‌دهد؛

و- ممکن است در طی برش دادن یا نصب پانل‌ها، لبه پانل‌ها آسیب ببینند و این موضوع سنگ را ضعیف می‌کند (جایی که اغلب تنش‌های حداکثری رخ می‌دهد)؛

ز- سنگی که آزموده شده ضرورتاً معرف سنگی نیست که بر روی ساختمان نصب می‌شود (نوعاً سنگ مورد آزمون از اولین بلوک(های) استخراج شده گرفته می‌شود، در حالی که از هر بلوکی برای نصب بر روی ساختمان استفاده می‌شود.). به منظور تعیین مقاومت سنگ، بهتر است آزمون‌های خمشی مطابق با استاندارد بند ۲-۵ (گشتاور ثابت)، درخواست شود.

نیاز است که سنگ با ضخامت مد نظر پروژه یا ضخامت نزدیک به آن، با جهت‌یابی مشابه جهت‌یابی مورد نظر پروژه و با پرداخت‌های مشابه با پرداخت‌های مورد استفاده در پروژه، مورد آزمون قرار گیرد. برای آزمون حداقل ۱۰ آزمونه مورد نیاز است.

اگر آزمون با یک سنگ خشک انجام می‌شود و مقاومت متوسط محاسبه می‌شود، بدون توجه به نوع سنگ، ضریب ایمنی برای مقاومت متوسط و بار طراحی نهایی باید ۵/۰ باشد.

متناوباً اگر آزمون‌های اضافی با سنگ اشباع (حداقل ۱۰ آزمونه) انجام می‌شود و مقاومت متوسط مرطوب محاسبه می‌شود، می‌توان برای بار طراحی نهایی، ضریب ایمنی را به ۴/۳ کاهش داد.

سرانجام، اگر آزمون‌ها بر روی مجموعه‌ای از سنگ‌های خشک و اشباع انجام می‌شود و حداقل مقدار قابل انتظار برای هر دسته مطابق با استاندارد بند ۲-۵ پیوست الف محاسبه می‌شود، می‌توان ضریب ایمنی برای محاسبه کم‌ترین مقدار در حداقل مقدار قابل انتظار و محاسبه بار طراحی نهایی، را بر اساس نوع سنگ از جدول ۱ به دست آورد.

۶-۱-۵ حدود انحنا

بهتر است تغییرشکل و انحنای دایمی هر سامانه قاب‌بندی در حدود مجاز نگه داشته شود. بهتر است حدود انحنا در هر دو حالت مثبت و منفی برای فشار باد قابلیت بهره‌برداری طراحی ارایه شده در جدول ۲، در نظر گرفته شود.

هنگامی که بارهای طراحی قابلیت بهره‌برداری اعمال می‌شوند، بهتر است اثبات شود که تغییرشکل‌های دایمی بیش‌تر از یک‌پانصدم، دهانه هر جز نباشد.

جدول ۱- ضرایب ایمنی برای انواع سنگ

سنگ	ضریب ایمنی
گرانیت	۲/۰
ماسه‌سنگ	۳/۰
کوارتزیت	۲/۰
سنگ‌لوح	۲/۰
سنگ‌آهک	۳/۰
مرمر	۲/۵
تراورتن	۲/۵

۶-۱-۶ بارگذاری چرخه‌ای باد

در سامانه‌هایی که پانل‌های پرده باران بر روی سامانه قاب‌بندی، که دیوار پشت‌کار را نیز نگه می‌دارد، تکیه می‌کند یا این که یک دیوار پشت‌کار تفکیک‌ناپذیر دارد، ممکن است مناسب باشد که آزمون‌های بارگذاری چرخه‌ای باد انجام شود. جایی که این آزمون‌ها ضروری باشند، بهتر است تعیین شود که:

الف- برای اثبات این که هیچ نقصی در عملکرد سامانه وجود ندارد، باید فشار باد طراحی به صورت توالی زیر اعمال شود:

۱- ٪۹۰ قابلیت بهره‌برداری بار باد: یک چرخه؛

۲- ٪۴۰ قابلیت بهره‌برداری بار باد: ۹۶۰ چرخه؛

۳- ٪۶۰ قابلیت بهره‌برداری بار باد: ۶۰ چرخه؛

۴- ٪۵۰ قابلیت بهره‌برداری بار باد: ۲۴۰ چرخه؛

۵- ٪۸۰ قابلیت بهره‌برداری بار باد: ۵ چرخه؛

۶- ٪۷۰ قابلیت بهره‌برداری بار باد: ۱۴ چرخه؛

ب- در مجموعه این توالی باید پنج مرتبه اعمال شود، سپس با یک مرتبه اعمال ۱۰۰٪ قابلیت بهره‌برداری بار باد طراحی، آزمون ادامه داده شود.

ج- برای اهداف این آزمون، باید در نمونه آزمون، کلیه اجزا دربرگرفته شوند؛

د- به دنبال تکمیل این چرخه آزمون، باید پانل‌های آزمون برداشته شده و قابلیت هوابندی[1] و آب‌بندی[2] دیوار پشت‌کار، دوباره مورد آزمون قرار گیرند.

اگر آزمون ثابت کند که بارگذاری چرخه‌ای نرخ قابلیت آب‌بندی را کاهش نمی‌دهد و این که نشت هوا از طریق دیوار پشت‌کار بیش‌تر از ۱۰٪ نیست، می‌توان عملکرد سامانه را قابل قبول دانست.

۶-۲ قابلیت آب‌بندی

۶-۲-۱ کلیات

اگر دیوار پشت‌کار، توصیه‌های ارایه شده برای قابلیت آب‌بندی را برآورده کند، این موضوع به عملکرد لایه پرده باران مربوط نیست، برای این منظور کافی است اثبات شود که دیوار پشت‌کار کلیه توصیه‌ها برای قابلیت آب‌بندی سامانه پرده باران تهویه‌دار، به همان صورتی که در بندهای ۶-۲-۲ و ۶-۲-۳ توصیف شده است، را برآورده می‌کند؛ اگر این امر اثبات شود، نیاز نیست تا بقیه قسمت‌های سامانه این توصیه‌ها را برآورده کنند.

اگر یک فشار دینامیکی بر سطح دیوار وارد می‌آید، سامانه پوشش پرده باران تهویه‌دار فقط زمانی قابل اعتماد است که کل سامانه مورد آزمون قرار گیرد. در اکثر موارد، فشار مورد نیاز باید بر روی کل سطح دیواری که روی قسمت مورد آزمون قرار گرفته است، اعمال شود.

---

1 - Airtightness
2 - Watertightness

به طور کلی ممکن نیست برای آب‌بندی، از آزمون دینامیکی دقیق استفاده شود، زیرا فشار موضعی بسیار زیادی را بر سطح نمونه آزمون اعمال می‌کند. استفاده از این آزمون بر روی سامانه دیوار پرده باران تهویه‌دار، احتمالاً منجر به نفوذ آب ناخالص غیر واقعی می‌شود، که این موضوع به علت اعمال شدن تغییرات قابل توجه فشار نسبی بر روی سطح دهلیز است.

جدول ۲- حدود انحنا

سامانه قاب‌بندی	حد انحنا
پانل‌های سنگی منفرد پرده باران	L/۳۶۰ یا ۳mm، هر کدام کم‌تر با شند، در این جا L، دهانه بین نقاط تکیه‌گاهی است، مگر این که مقادیر انقباضی‌تر (کم‌تری) توسط تهیه کننده پانل تعیین شده باشد.
دیوارهای پشت‌کار آجری یا بتنی	L/۳۶۰ یا ۱۰mm، هر کدام کم‌تر با شند، در این جا L، دهانه بین نقاط تکیه‌گاهی است
اعضای قاب‌بندی عمومی	L/۲۰۰ یا ۲۰mm، هر کدام کم‌تر با شند، در این جا L، دهانه بین نقاط تکیه‌گاهی است
اعضای قاب‌بندی که قاب شیشه‌کاری دوجداره را نگه‌داری می‌کنند.	L/۱۷۵ یا ۱۵mm، هر کدام کم‌تر با شند، در این جا L، طول لبه قاب شیشه است، مگر این که مقادیر انقباضی‌تر (کم‌تری) توسط کارخانه سازنده تعیین شده باشد.
اعضای قاب‌بندی که قاب شیشه‌کاری تک‌جداره را نگه‌داری می‌کنند.	L/۱۲۵ یا ۱۵mm، هر کدام کم‌تر با شند، در این جا L، طول لبه قاب شیشه است
سطوح یا اعضای قاب‌بندی که بر روی آن‌ها مصالح شکننده مانند لایه گچی باید نصب شود.	L/۳۶۰، در این جا L، دهانه بین نقاط گیرداری مصالح شکننده است
A فرض شود که چهار گیرداری با چیدمان متقارن بر روی یک پانل چهارگوش مستطیلی نصب شده‌اند. اگر پانل غیرمستطیلی باشد، یا اگر بیش‌تر از چهار عدد گیرداری وجود داشته باشد، یا اگر گیرداری‌ها به صورت متقارن نصب نشده باشند، توصیه می‌شود طراح نما بررسی و اثبات کند که تغییرشکل و انحنای سامانه قاب‌بندی، خمش و تنش‌های گیرداری اضافی را بر روی سنگ تحمیل نخواهد کرد.	

۶-۲-۲ قابلیت هوابندی دیوار پشت‌کار

بهتر است دیوار پشت‌کار هوابندی شده و برای انجام قابلیت هوابندی، آزمون مطابق با استاندارد بند ۲-۱۳ درخواست شود. به منظور انجام این آزمون بهتر است اشاره شود که:

الف- باید کلیه اجزا سامانه به جز پانل‌های پرده باران متصل شده باشند؛

ب- باید آزمون تحت اعمال هر دو فشار مثبت و منفی فشار آزمون انجام شود؛

ج- نشت هوا باید به صورت میانگین دو مقدار نشت هوا در دو حالت اعمال فشار مثبت و منفی در نظر گرفته شود.

۶-۲-۳ قابلیت آب‌بندی دیوار پشت‌کار

بهتر است دیوار پشت‌کار آب‌بندی شده و برای انجام قابلیت هوابندی، آزمون مطابق با استاندارد بند ۲-۱۳ درخواست شود (مثلاً اثبات شود که هنگامی که دیوار پشت‌کار تحت فشار آزمون درخواست شده، آزموده می‌شود، نفوذ آب اتفاق نمی‌افتد). بهتر است اشاره شود که به منظور انجام این آزمون، باید کلیه اجزا سامانه به جز پانل‌های پرده باران نصب شده باشند.

۶-۳ عملکرد حرارتی

بهتر است عملکرد حرارتی دیوار مطابق با استانداردهای بندهای ۲-۲، ۲-۳ و ۲-۴ تعیین شود.

در سامانه پرده باران تهویه‌دار، بهتر است شکاف هوایی به صورت یک فضای هوایی با شرایط تهویه مناسب باشد و این که بهتر است هنگام محاسبه افت حرارت کلی ناشی از دیوار، مطابق با استاندارد بند ۲-۲، از افت حرارت ناشی لایه پرده باران صرف‌نظر شود.

بهتر است هنگام محاسبه عملکرد حرارتی سامانه، قسمت‌های قرار گرفته در داخل لایه عایق‌کاری (مانند قسمت‌های در و پنجره) نیز در نظر گرفته شوند. اگر طراح نما در نظر گرفته باشد که به منظور برآورده کردن توصیه‌های عملکرد حرارتی تعیین شده، منافذ کوچک توسط لایه عایق‌کاری پر خواهند شد، بهتر است که این موضوع در نقشه‌های طراحی اشاره شود و تایید شود که لایه عایق به طور صحیح نصب شده است.

۶-۴ عملکرد صوتی

بهتر است کلیه الزامات سامانه پرده باران برای ارایه عملکرد صوتی توسط تصریح‌کننده[1] اظهار شود.

اگر دیوار پشت‌کار به گونه‌ای طراحی شده است که عملکرد صوتی مطلوب حاصل شود، بهتر است امکان انتقال سروصدا در فضای خالی، به ویژه اطراف در و پنجره، در نظر گرفته شود.

یادآوری- سامانه پرده باران تهویه‌دار، احتمالاً نسبت به سامانه پوشش تهویه‌نشده سطح عملکرد صوتی پایین‌تری دارد.

۶-۵ عملکرد در برابر آتش

بهتر است عملکرد در برابر آتش مطابق با استاندارد بند ۲-۱ باشد.

هنگامی که جزئیات نقشه‌های قسمت‌های قرار گرفته در سامانه مانند درها و پنجره‌ها، عملکرد مناسبی در برابر متوقف کردن آتش و دود دارند، اگر لازم باشد، بهتر است این جزییات ثبت شوند.

یادآوری- اگر فاصله کوچکی بین سدهای دهلیزی و پشت پانل‌ها یا سامانه قاب‌بندی وجود داشته باشد، ممکن است سدهای دهلیزی و تیغه‌های پشت درز نتوانند به عنوان متوقف کننده‌های آتش و دود عمل کنند.

---

1 - Specifier

یک مشکل احتمالی در سامانه‌های پرده باران درز باز در سطوح پایین این است که، اگر آتش در مقابل دیوار شروع شود ممکن است منجر به گسترش دود و شعله در ناحیه قابل توجهی شود و بنابراین باید در مورد وقوع چنین حوادثی و امکان استفاده از انواع مختلف سامانه‌های نما در سطوح پایین، بررسی‌هایی انجام شود.

۶-۶ مقاومت در برابر ضربه

بهتر است در مرحله طراحی، خطر وارد آمدن ضربه بر سطح سامانه پوشش مورد بررسی قرار گیرد و از توصیه‌های استاندارد بند ۲-۱ بخش ۶-۱۴ پیروی شود.

۶-۷ سامانه اتصال زمین[1] و حفاظت در برابر رعد و برق[2]

بهتر است یک سامانه قاب‌بندی فلزی مطابق با استاندارد بند ۲-۸ فصل ۴۱ طراحی شود، مگر این که به روش دیگری تعیین شده باشد.

۷ مهارت ساخت در کارگاه

ضعف مهارت ممکن است عملکرد سامانه پرده باران تهویه‌دار را تحت تاثیر قرار دهد. فاکتورهای متنوعی در بندهای ۷-۱، ۷-۲، ۷-۳ و ۷-۴ توصیف شده است.

۷-۱ نقشه‌ها

بهتر است نقشه‌ها کلیه اطلاعاتی که احتمالاً نصب‌کننده درخواست می‌کند را نشان دهند. برای مثال بهتر است نقشه‌ها شامل موارد زیر باشند:

الف- خط مبنای پیاده شده؛

ب- اندازه و نوع پانل در هر موقعیت؛

ج- موقعیت بست‌های گوشه‌ای و چهارچوب؛

د- نوع بست گوشه‌ای در هر موقعیت، جایی که انواع مختلفی از بست‌های گوشه‌ای در دسترس است؛

ه- انواع چفت یا مهار در هر موقعیت و گشتاور گیرداری، در جایی که مناسب باشد؛

و- رواداری موقعیت گیرداری؛

ز- عرض درزها، شامل رواداری‌های مجاز؛

ح- انواع مصالح درزبندی، شامل مصالح پشت‌کار، جایی که نیاز باشد؛

---

1 - Electrical Earthing
2 - Lightning Protection

ت- انواع عایق‌کاری؛

ی- نوع و موقعیت غشاها یا پوسته‌ها و نیاز به قرارگیری در درزها؛

م- نیاز به کیپ کردن و درزگیری اطراف قسمت‌های قرار گرفته در سامانه مانند درها و پنجره‌ها.

یادآوری- به جای تهیه نقشه‌های مفصل برای کلیه موقعیت‌ها، می‌توان نقشه‌های گرافیکی، که نشان دهنده جزییات نوعی هستند، را تهیه کرد.

۲-۷ موضوع‌های مربوط به ساختار

بهتر است گیرداری‌ها به صورت مستقیم و صحیح ساخته شوند. بهتر است چفت‌ها و مهارها به گونه‌ای نصب شود که هنگام محکم کردن دچار خمش نشوند و سر چفت‌ها به طور مسطح و صاف بر روی سطوح قرار گیرند. بهتر است برای تایید این که ضخامت عدل‌بندها موجب اعمال بارهای طراحی اضافی بر روی چفت و بست‌ها یا مهارها نمی‌شود (بر طبق توصیه‌های سازنده گیرداری)، محاسبات ساختاری انجام شود.

بهتر است عدل‌بندها و لایی‌های فلزی به صورت زیر باشند:

الف- از مصالح مناسب ساخته شوند (فلزی) و بهتر است از مصالحی که ممکن است دچار خزش[1] شوند (مانند بعضی پلاستیک‌ها) یا دچار پوسیدگی شوند (مانند چوب‌ها) در اتصالات ساختاری استفاده نشود؛

ب- به طور مساوی بر روی کالایی که بسته‌بندی می‌شود، توزیع شوند؛

ج- شکل آن‌ها به گونه‌ای ساخته شود که چفت‌ها و مهارها را در محل نگه دارند؛

د- اگر انباشته شده‌اند، به طور هموار انباشته شده و فقط بر روی سطوح هموار انباشته شوند.

توصیه می‌شود واشرها از نوع مناسب با چفت و بست یا مهار باشد. بهتر است واشرها فراتر از حدود تعیین شده توسط کارخانه سازنده، روی هم انباشته نشوند.

اگر از چفت و بست‌های خودحفار[2] استفاده می‌شود و سپس برداشته می‌شوند، از همان سوراخ گیرداری قبلی برای اتصال گیرداری مجدد استفاده نشود. به خصوص در مورد چفت و بست‌هایی که در لایه‌های نازک استفاده می‌شود، تصیه می‌شود از بیش‌تحکیم کردن آن‌ها اجتناب شود.

بهتر است سایر اجزا ساختاری در محل برش داده نشوند یا حفاری نشوند یا اصلاحاتی بر روی آن‌ها انجام نشود، مگر این که نشان داده شود که اجزا اصلاح شده هنوز محاسبات ساختاری را برآورده می‌کنند. در جایی که اصلاحات برجا احتمالاً پرداخت‌های محافظ را برش می‌دهد، بهتر است توجه ویژه‌ای صورت گیرد.

توصیه می‌شود از اجزا ساختاری که آسیب‌دیده‌اند، استفاده نشود مگر این که بتوان با محاسبات یا روش دیگری نشان داد که آسیب‌دیدگی جز، ظرفیت باربری جز تحت ضریب ایمنی را کاهش نخواهد داد.

---

1 - Creep
2 - Self-Drilling

توصیه می‌شود پانل‌های سنگی هیچ‌گاه در محل برش داده نشوند. تا حد امکان بهتر است از برش دادن یا حفاری در محل به سایر دلایل نیز اجتناب شود. اگر به برش دادن یا حفاری در محل نیاز باشد، بهتر است برای این موضوع به طراح نما مراجعه شود. به خاطر این که بیش‌برشی[1] یا بیش‌حفاری[2] ممکن است موجب ضعیف شدن سامانه می‌شود، توصیه می‌شود برش دادن یا حفاری کردن همیشه مطابق با ابعاد نشان داده شده در نقشه‌های طراحی باشد. اگر رواداری‌های (انحرافات مجاز) در محل به گونه‌ای باشند که امکان تطبیق یافتن سامانه مطابق با نقشه‌های طراحی وجود نداشته باشد، توصیه می‌شود قبل از ادامه نصب به طراح نما مراجعه کرده و تاییدیه ادامه کار گرفته شود.

۷-۳ موضوع‌های مربوط به مصالح

بهتر است که مصالح مطابق با دستورالعمل‌های کارخانه سازنده انبار شده و مورد استفاده قرار گیرند. توصیه می‌شود مصالح عموماً در شرایط تمیز، خشک، عاری از گرد و غبار، دور از دمای شدید و تشعشع نور خورشید انبار شوند. هنگامی که مصالحی از قبیل درزگیرها و مواد چسبنده استفاده می‌شوند، بهتر است سطح مورد کاربرد تمیز، خشک و دارای دمای مناسبی باشد.

توصیه می‌شود کلیه مصالح همان گونه باشند که در نقشه‌ها نشان داده شده‌اند و مصالح یا اجزا جایگزین استفاده نشود، مگر این که توسط طراح نما تایید شده باشند. اگر مصالح یا اجزا جایگزین شده باشند، بهتر است مصالح جایگزین به وضوح بر روی نقشه‌های اجرا شده (نقشه‌های عین ساخت) علامت‌گذاری شوند.

قبل از استفاده از مصالحی از قبیل درزگیرهای یا مواد چسبنده بهتر است تاریخ انقضا[3] آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته و مطابق با توصیه‌های کارخانه سازنده مصالح تاریخ مصرف گذشته تعیین شوند.

توصیه می‌شود از مصالحی که در حین نصب آسیب دیده‌اند، استفاده نشود، مگر این که طراح بتواند نشان دهد که آسیب وارد آمده تاثیری بر عملکرد سامانه/جز ندارد، یا این که مصالح یا جز آسیب دیده به گونه‌ای تعمیر شود که در طول عمر سامانه پوشش دوام داشته باشد.

۷-۴ محافظت از کارها

توصیه می‌شود تا زمانی که عملیات تمام می‌شود، از کارها محافظت شود (مثلاً جایی که داربست‌بندی با سایر قسمت‌های کار به صورت مشترک هستند، ممکن است نیاز باشد از موانع یا تخته‌هایی برای جلوگیری از تماس داربست با پانل‌های سنگی استفاده شود).

---

1 - Overcutting
2 - Overdrilling
3 - Expiry Date

جایی که سامانه قاب‌بندی نیازمند اتصال به پانل‌های سنگی است که باید درزگیری شده، چسب زده یا روان‌ملات‌ریزی شوند، بهتر است تا زمانی که عمل‌آوری و سفت شدن این مصالح صورت می‌گیرد، پانل‌های سنگی در محل محکم و ایمن شوند.

اگر قبل از این که درزگیری، چسب زدن یا روان‌ملات‌ریزی به سطح مناسبی از عمل‌آوری و سفت شدن برسند، پانل‌های سنگی دچار آسیب و خرابی شوند، بهتر است پانل‌های سنگی برداشته شده و دوباره نصب شوند.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

کتاب‌نامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۹۰۰۰- سیستم‌های مدیریت کیفیت - مبانی و واژگان

[2] BS EN 62305-1, Protection against lightning

[3] DD ENV 13050, Curtain walling- Watertightness- Laboratory test under dynamic condition of air pressure and water spray