

۱۱-۵. سیستم‌های پنل پیش‌ساخته سبک سه بعدی

در سیستم‌های ساختمانی با پنل پیش‌ساخته سبک، پنل‌ها شامل دو صفحه شبکه جوش شده فولادی می‌باشد که یک هسته عایق در میان آن قرار گرفته و توسط تعدادی اعضای خرپایی به یکدیگر متصل شده که بعد از نصب، بتن از دو طرف روی آن پاششی می‌شود. به منظور سهولت، واژه پنل به جای عبارت پنل پیش‌ساخته سبک در این بخش به کار می‌رود.

۱۱-۵-۱. کلیات

۱۱-۵-۱-۱. هدف

هدف از این بخش ارائه ضوابط اجرایی استاندارد سیستم پنلی می‌باشد.

۱۱-۵-۱-۲. دامنه کاربرد

دامنه کاربرد پنل‌های پیش‌ساخته به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شود:

- به صورت دیوارهای باربر و یا دیافراگم افقی به عنوان سازه باربر ساختمان و یا دیوارهای جداکننده غیرباربر به کار می‌رود.
- در سازه‌های متعارف بتنی و فلزی به عنوان دیوار برشی جهت باربری جانبی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۱-۵-۱-۳. تعاریف

در این بخش تعاریف و اصطلاحات زیر به کار می‌رود:

شبکه جوش شده: از اتصال مفتول‌های فولادی سرد کشیده شده با آرایش عمود بر هم به صورت جوش مقاومتی به یکدیگر، شبکه‌ای ایجاد می‌شود که شبکه جوش شده خوانده می‌شود. در این بخش واژه شبکه به جای عبارت شبکه جوش شده به کار می‌رود.

مفتول سرد کشیده شده: مفتولی که طی فرآیندهای متوالی کشش، تنش زدایی در کشش مجدد که با تقلیل قطر همراه است ساخته شود.

برشگیر: عضو خرپای فولادی مورب که با آرایش تعیین شده توسط جوش مقاومتی به دو لایه شبکه جوش شده متصل می‌شود.

بتن پاششی: بتنی که با طرح اختلاط مخصوص ساخته شده و اجرای آن توسط پاشش با فشار سریع روی سطوح، بدون نیاز به قالب‌بندی، صورت می‌گیرد.

پنل دیوار: پنلی است که به صورت قائم در این نوع سیستم سازه‌ای به عنوان عضو باربر افقی یا قائم و یا به عنوان دیوارهای جداکننده غیرباربر به کار برده شود.

پنل سقفی: پنلی است که به صورت افقی یا با شیب کم به عنوان تمام یا جزیی از دیافراگم افقی به کار می‌رود.

سیستم کامل پنلی: سیستم کامل پنلی سیستم سازه‌ای است که فاقد اسکلت جداگانه برای تحمل بارهای قائم و افقی باشد و دیوارهای پنلی قسمت عمده بارهای قائم و افقی را تحمل می‌کند. همچنین دیافراگم افقی این سیستم با پنل‌های سقفی تامین می‌شود.

سیستم مختلط پنلی: سیستمی است که در آن دیوار پنلی به عنوان تمام یا بخشی از اجزای باربر قائم یا افقی در ترکیب با سیستم‌های متعارف سازه‌ای به کار می‌رود.

تار: مفتول طولی به کار رفته در شبکه جوش شده می‌باشد که در خطوطی به موازات صفحات برشگیرها قرار دارد.

پود: مفتولی است که عمود بر مفتول‌های تار در شبکه جوش شده به کار می‌رود.

چشمه شبکه: به سطح حاصل از تقاطع دو مفتول تار و پود به‌صورت متوالی در شبکه جوش شده اطلاق می‌شود.

هسته عایق: صفحه‌ای یکپارچه با ضخامت معین، قرار گرفته به صورت متقارن و محصور با فاصله از

شبکه‌های جوش شده پنل می‌باشد که برشگیر از میان آن عبور داده می‌شود.

صفحه برشگیر: صفحه‌ای فرضی عمود بر صفحه هسته عایق می‌باشد که برشگیرها در آن قرار گرفته‌اند

و مفتول‌های تار نیز در آن صفحه واقع‌اند.

زاویه برشگیر: زاویه‌ای که مفتول برشگیر در مقطع طولی با محور افق (مفتول تار) می‌سازد، زاویه

برشگیر نام دارد.

۱۱-۵-۲. مصالح

۱۱-۵-۲-۱. بتن پاششی

۱۱-۵-۲-۱-۱. مصالح بتن پاششی همچون سیمان، آب، سنگدانه و افزودنی‌ها باید منطبق با استانداردها،

مشخصات و آزمایش‌های مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۵-۲-۱-۲. سیمان مصرفی در کلنگاه باید دارای مشخصات سیمانی باشد که در تعیین نسبت‌های

اختلاط به کار رفته است، مگر آنکه بعد از انجام آزمایش‌های لازم به تایید دستگاه نظارت برسد.

۱۱-۵-۲-۱-۳. سنگدانه مصرفی باید با یکی از دانه بندی‌های جدول ۱-۵ مطابق داشته باشد.

جدول 5-1: حدود دانه بندی بتن پاششی

درصد وزنی عبور از الک			اندازه الک (میلیمتر)
دانه بندی شماره ۳	دانه بندی شماره ۲	دانه بندی شماره ۱	
۱۰۰	--	--	۱۹
۸۰-۹۵	۱۰۰	--	۱۲
۷۰-۹۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	۱۰
۵۰-۷۰	۷۰-۸۵	۹۵-۱۰۰	۴/۷۵
۳۵-۵۵	۵۰-۷۰	۸۰-۱۰۰	۲/۴۰
۲۰-۴۰	۳۵-۵۵	۵۰-۸۵	۱/۲۰
۱۰-۳۰	۲۰-۳۵	۲۵-۶۰	۰/۶
۵-۱۷	۸-۲۰	۱۰-۳۰	۰/۳
۲-۱۰	۲-۱۰	۲-۱۰	۰/۱۵

۱۱-۵-۲-۱-۴. در صورت استفاده از سنگدانه‌های درشت‌تر از دانه‌بندی شماره ۳ جدول ۵-۱ باید سنگدانه‌های درشت دانه و ریزدانه به طور جداگانه وزن و مخلوط شود تا از ایجاد دانه‌بندی ضعیف ناشی از جدایش سنگدانه‌ها جلوگیری شود.

۱۱-۵-۲-۱-۵. بزرگترین اندازه اسمی سنگدانه‌ها نباید از هیچ یک از مقادیر زیر بیشتر باشد.

الف- یک پنجم ضخامت بتن پاششی

ب- سه چهارم بعد چشمه شبکه یا فاصله آزاد بین میلگردها

پ- سه چهارم ضخامت پوشش روی میلگرد یا مفتول پنل

۱۱-۵-۲-۱-۶. در صورتی که در بتن پاششی از سنگدانه‌های سبک استفاده شود، این سنگدانه‌ها باید مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی باشد.

۷-۱-۲-۵-۱۱. برای سبک‌سازی بتن پاششی استفاده از دانه‌های سبک منبسط شده یا گلوله شده از خاک رس، دیاتومه، خاکستر بادی و سبک دانه‌های طبیعی همچون پومیس و توف و یا سبکدانه‌های اسفنجی، پلی‌استایرن و مواد غیر آلی دانه‌ای بلامانع است.

۸-۱-۲-۵-۱۱. مقاومت مشخصه بتن پاششی، مربوط به آزمون‌های استوانه‌ای استاندارد، نباید کمتر از 18MPa اختیار شود.

۹-۱-۲-۵-۱۱. کارآیی بتن پاششی باید دارای اسلامپ 40 تا 85 میلیمتر باشد.

۱۰-۱-۲-۵-۱۱. حدود متداول نسبت آب به سیمان مخلوط بتن پاششی ۰/۳۵ تا ۰/۵ و نسبت متداول سنگدانه به سیمان ۳/۵ تا ۴/۵ می‌باشد.

۱۱-۱-۲-۵-۱۱. مقاومت فشاری بتن پاششی در دیوارهای غیر باربر می‌تواند حداقل ۱۲ مگاپاسکال اختیار شود.

۱۲-۱-۲-۵-۱۱. سایر مشخصات در بتن پاششی که در این بخش از مبحث اشاره نشده باید مطابق مبحث نهم از مقررات ملی ساختمان باشد.

۲-۲-۵-۱۱. فولاد

فولاد مصرفی در سازه‌های پ�لی سه بعدی به سه دسته شبکه جوش شده، برشگیر و میلگرد دسته بندی می‌شود هر یک از این انواع در سازه سیستم پ�لی عملکردی مشخص دارد که باید مطابق عملکرد مورد انتظار، از ویژگی لازم برخوردار باشد.

- شبکه جوش شده

۱-۲-۲-۵-۱۱. فولاد مصرفی در شبکه جوش شده باید از نوع سرد کشیده شده ساده (بدون آج) باشد.

۲-۲-۲-۵-۱۱. قطر اسمی مفتول‌های شبکه جوش شده از ۲/۵ تا ۶ میلیمتر می‌باشد. برای پ�ل‌های بارپ‌چگالی عرضی مساحت مفتول‌های تار و پود (نسبت سطح مقطع مفتول بر فاصله آزاد بین مفتول‌ها) نباید کمتر از ۰/۱۲ میلیمتر اختیار شود.

۱۱-۵-۲-۳. قطر مفتول‌های تار با مفتول‌های پود می‌تواند متفاوت باشد، ولی در هر صورت قطر اسمی مفتول کوچکتر نباید از ۶۰٪ قطر مفتول دیگر کمتر باشد.

۱۱-۵-۲-۴. ابعاد چشمه (فاصله بین دو تار یا دو پود متوالی) شبکه جوش شده در محدوده ۴۰ تا ۱۵ میلیمتر می‌باشد، که چشمه به ابعاد ۵۰ یا ۸۰ میلیمتر توصیه می‌شود. ابعاد شبکه بر حسب طول ناخالص (فاصله مرکز به مرکز مفتول‌ها) تعیین می‌شود.

۱۱-۵-۲-۵. تمام شبکه جوش شده در سازه‌های پنلی باید با ماشین‌آلات خودکار ساخته شوند، به طوری که محل تقاطع تارها و پودهای شبکه با جوش مقاومتی به هم متصل شوند.

۱۱-۵-۲-۶. لازم است شبکه جوش شده دارای برگه شناسایی کارخانه سازنده مطابق ترتیب نشانه‌گذاری ارائه شده در برن ۱۱-۵-۳-۸ باشد.

۱۱-۵-۲-۷. در مناطق با شرایط محیطی شدید و فوق‌العاده شدید مشخصات مفتول‌های گالوانیزه باید مطابق استانداردهای معتبر باشد.

۱۱-۵-۲-۸. ترکیب شیمیایی شبکه جوش شده باید مطابق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۵-۲-۹. استفاده از مفتول به قطر ۲ میلیمتر برای پنل‌های غیر باربر، با حفظ سایر شرایط

مندرج در بندهای ۱۱-۵-۲-۲ تا ۱۱-۵-۲-۴ مجاز می‌باشد.

- برشگیر

۱۱-۵-۲-۹. قطر برشگیر نباید با بیش از ۶۰٪ قطر مفتول‌های تار و پود اختلاف داشته باشد.

- میلگرد

۱۱-۵-۲-۱۰. میلگردهای مصرفی در سازه سیستم پنلی سه بعدی از نوع آج‌دار، مشابه میلگردهای مصرفی در سازه بتن آرمه بوده که مشخصات آن باید مطابق با مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۵-۲-۱۱. انبار و نگهداری هر یک از انواع فولاد مصرفی در سیستم پنلی سه بعدی باید مطابق روش‌ها و نکات ارائه شده در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۵-۲-۳. هسته عایق (لایه پلی استایرین)

۱۱-۵-۲-۳-۱. هسته عایق به کار رفته در سیستم پنل‌های سه بعدی باید از جنس پلی استایرین قابل انبساط (E.P.S) و مطابق استاندارد ملی شماره ۱۵۸۴ ایران باشد.

۱۱-۵-۲-۳-۲. هسته عایق از جنس پلی‌استایرین منبسط شونده دارای حداقل چگالی اسمی kg/m^3 ۱۵ باشد.

۱۱-۵-۲-۳-۳. ضخامت هسته عایق در پنل‌های دیواری نباید از ۴۰ میلیمتر کمتر باشد. بر این مبنا فاصله شبکه‌های جوش شده از یکدیگر حداقل ۸۰ میلیمتر است.

۱۱-۵-۲-۳-۴. ضخامت هسته عایق بر حسب عملکرد پنل سقفی و بارهای وارده نباید کمتر از ۶۰ میلیمتر باشد. بر این مبنا فاصله شبکه‌های جوش شده از یکدیگر حداقل ۱۰۰ میلیمتر است.

۱۱-۵-۲-۳-۵. مشخصات حرارتی هسته عایق باید مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۵-۲-۳-۶. مشخصات مقاومتی مصالح هسته عایق در برابر آتش‌سوزی باید مطابق مبحث سوم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۵-۳. نقشه‌ها و مدارک فنی

۱۱-۵-۳-۱. نقشه‌های سیستم‌های پنل‌های سه بعدی باید بر مبنای نقشه‌های معماری، که در آن تمامی اندازه‌ها، رقوم ارتفاعی و دیگر ویژگی‌های اصلی ساختمان و جزئیات تیپ بندی پنل‌ها براساس انتظام مدولی که برای ساخت در کارخانه به وضوح تعیین شده است، تهیه شود.

۱۱-۵-۳-۲. یک نسخه از نقشه‌های معماری که مبنای محاسبات سازه قرار گرفته و به امضای مهندس محاسب رسیده باید به نقشه‌های سازه پیوست شده و به کارخانه سازنده تحویل شود.

۱۱-۵-۳-۳. اگر در این گونه سازه‌ها، دیوارهای جداکننده فضاهای معماری به طور عمده باربر ساختمان هم باشد، هماهنگی کامل بین مهندس معمار و مهندس سازه الزامی است.

۱۱-۵-۳-۴. دفترچه محاسبات فنی حاوی نکات لازم که به طور مشروح در آیین نامه بتن ایران و این مبحث ذکر گردیده باید از طرف مهندس محاسب تهیه و ارایه شود.

۱۱-۵-۳-۵. نقشه‌های محاسباتی، اجرایی و کارگاهی به تناسب سازه مورد نظر مطابق مندرجات الزامی مبحث نهم مقررات ملی ساختمان و این بخش از مبحث باید تهیه شود.

۱۱-۵-۳-۶. با توجه به نوع پنل تولیدی یک کارخانه لازم است جزییات اتصال دیوار به دیوار در حالات مختلف (کنج، کنار هم، سپری، صلیبی)، سقف به دیوار و سقف به بازشوها، به صورت پارامتریک، در قالب یک دفترچه با عنوان "دفترچه جزییات اتصالات" ارایه شود و در شناسنامه ساختمان نیز آورده شود.

۱۱-۵-۳-۸. نشانه‌گذاری

نشانه‌گذاری شبکه جوش شده فولادی به ترتیب زیر می‌باشد:

$$\text{شبکه} \frac{\Phi_1/\Phi_2/S_1/S_2}{L_1/L_2}$$

Φ_1 : قطر مفتول تار بر حسب میلیمتر

Φ_2 : قطر مفتول پود بر حسب میلیمتر

S_1 : فاصله تارها از یکدیگر بر حسب میلیمتر

S_2 : فاصله پودها از یکدیگر بر حسب میلیمتر

L_1 : طول شبکه (تار) بر حسب میلیمتر

L_2 : عرض شبکه (پود) بر حسب میلیمتر

۱۱-۵-۴. ملاحظات معماری

۱۱-۵-۴-۱. در سیستم‌های کامل پنهانی به دلیل عدم حضور اعضای باربر غیر پنهانی، در طرح معماری ساختمان در نظر گرفتن ملاحظات کامل سازه‌ای از جمله عدم تغییر مسیر انتقال بار در ارتفاع، فاصله

دهانه‌های باربر، تامین تقارن در طرح دیوارهای باربر، جلوگیری از تعبیه بازشوهای بزرگ در دیوارها و سقف و نظایر آن الزامی است.

۱۱-۵-۴-۲. از آنجا که در سیستم‌های پنل کامل دیوارهای جداکننده نقش باربر سازه‌ای دارند، لازم است هماهنگی کامل بین مهندس معمار و مهندس محاسب ایجاد گردد.

۱۱-۵-۴-۳. در سیستم‌های پنل کامل پلان ساختمان باید دارای شکل متقارن یا تقریباً متقارن نسبت به محورهای اصلی بنا باشد.

۱۱-۵-۴-۴. در سیستم‌های پنل کامل در مسیر انتقال نیروی جانبی از سازه پنل به زمین، نباید انقطاعی وجود داشته باشد.

۱۱-۵-۴-۵. در سیستم‌های پنل کامل در هر دیوار پنل، سطح بازشوها نباید از ۱:۳ سطح کامل دیوار بیشتر باشد.

۱۱-۵-۴-۶. در سیستم‌های پنل کامل فاصله بازشوها تا کناره‌های دیوار باید حداقل ۷۵۰ میلیمتر در نظر گرفته شود.

۱۱-۵-۴-۷. در سیستم‌های پنل کامل از احداث طره‌های بیشتر از یک متر احتراز شود.

۱۱-۵-۴-۸. در کف‌ها با سیستم‌های پنل کامل از ایجاد بازوهای بزرگ و مجاور یکدیگر در دیافراگم‌های کف خودداری شود.

۱۱-۵-۴-۹. در سیستم‌های پنل کامل در طبقه‌هایی که به دلایل معماری تعدادی از دیوارهای آن حذف می‌شود، نباید نسبت سطح مقطع دیوارهای باربر پنل آن طبقه به سطح مقطع دیوارهای باربر پنل طبقه فوقانی، بدون در نظر گرفتن دیوار قسمت فوقانی بازشوها، از ۷۰٪ کمتر باشد.

۱۱-۵-۴-۱۰. در سیستم‌های پنل کامل از ایجاد اختلاف سطح در کف‌ها خودداری شود.

۱۱-۵-۴-۱۱. در سیستم‌های پنل کامل از کاهش یا افزایش مساحت زیربنای طبقات در ارتفاع به طوری که تغییرات قابل ملاحظه‌ای در جرم طبقات ایجاد شود، پرهیز گردد.

۱۱-۵-۴-۱۲. در سیستم‌های پنل‌ی کامل ارتفاع مجاز هر طبقه بدون کلاف میانی به ۴ متر محدود می‌شود. در صورت افزایش ارتفاع از این مقدار لازم است یک کلاف میانی در نظر گرفته شود. در هر حال ارتفاع هر طبقه نباید از ۶ متر بیشتر شود.

۱۱-۵-۵. ملاحظات سازه‌ای

۱۱-۵-۵-۱. در ساختار دیافراگم‌های افقی ساختمان‌های پنل‌ی سه بعدی، به منظور تامین دهانه بارگیر مورد نیاز علاوه بر سقف‌های پنل‌ی، استفاده از انواع دیگر سیستم‌های سقف متداول با در نظر گرفتن ملاحظات بارگذاری بلامانع است.

۱۱-۵-۵-۲. تمام الزامات تامین کننده پایایی برای ساختمان‌های بتنی متعارف مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان در این سیستم‌ها نیز لازم الاجراست.

۱۱-۵-۵-۳. تمامی بارهای وارد بر سازه باید براساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان تعیین شوند.

۱۱-۵-۵-۴. ضریب رفتار این ساختمان‌ها بر اساس سیستم دیوارهای باربر تعیین می‌شود و در هر حال حداکثر این ضریب رفتار برابر با متوسط ضرایب رفتار مربوط به دیوارهای برشی بتن آرمه معمولی و دیوارهای برشی با مصالح بنایی مسلح اختیار می‌شود.

۱۱-۵-۵-۵. سازه‌های کامل پنل‌ی می‌توانند تا ۴ طبقه با ارتفاع حداکثر ۱۵ متر از تراز پایه ساخته شوند.

۱۱-۵-۵-۶. زمان تناوب اصلی نوسان سازه‌های پنل‌ی سه بعدی کامل، T بر حسب ثانیه از رابطه ۵-۱ بدست می‌آید:

$$T = 0.03H^{3/4} \quad \text{رابطه 5-1}$$

در رابطه فوق H ارتفاع ساختمان بر حسب متر از تراز پایه می‌باشد و در محاسبه آن ارتفاع خرپشته در صورتی که وزن آن از ۲۵ درصد وزن بام بیشتر باشد نیز باید منظور گردد.

۱۱-۵-۵-۷. در سیستم‌های پنهانی کامل پنل‌های دیواری باید برای تحمل بارهای محوری، برش داخل صفحه و خمش طراحی گردند.

۱۱-۵-۵-۸. در سیستم‌های پنهانی کامل آثار ناشی از لاغری -کمانش باید در طراحی پنل‌های دیواری لحاظ گردد.

۱۱-۵-۵-۹. در سیستم‌های پنهانی کامل سقف سازه‌های پنهانی می‌تواند دیافراگم متشکل از پنل‌های سقفی، سیستم تیرچه بلوک، تیرچه‌های فلزی با جان باز و یا سیستم دال بتن آرمه باشد. در هر حال لازم است دیافراگم سقف از نوع صلب باشد.

۱۱-۵-۵-۱۰. در دیافراگم‌های پنهانی از آنجا که شبکه پنل سقفی دارای مقدار فولاد کمی است باید دیافراگم به روشی مناسب تقویت گردد.

۱۱-۵-۵-۱۱. جزییات قرارگیری میلگردهای طراحی مورد نیاز در سازه‌های پنهانی باید مانند سازه‌های بتن آرمه معمولی مطابق با ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ایران صورت پذیرد.

۱۱-۵-۵-۱۲. مهار و وصله میلگردها و شبکه جوش شده باید مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ایران باشد.

۱۱-۵-۵-۱۳. در سیستم‌های پنهانی کامل پوشش بتن پاششی روی شبکه جوش شده یا میلگردها نباید کمتر از ۱۵ میلیمتر باشد.

۱۱-۵-۵-۱۶. در سیستم‌های پنهانی کامل در اطراف باز شوها باید حداقل مساحت معادل مفتول‌های قطع شده از پنل، بصورت فولاد متمرکز در دو طرف بازشو در همان راستا قرار داده شود.

۱۱-۵-۶. ملاحظات اجرایی

- شالوده

۱۱-۵-۶-۱. ضوابط کلی طراحی، اجرا و کنترل کیفیت شالوده سیستم‌های پنهانی سه بعدی مشابه سازه‌های بتن آرمه معمولی باید مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی ایران باشد.

۱۱-۵-۶-۲. شالوده‌های سیستم‌های پنل‌ی کامل باید از نوع شالوده نواری یا شالوده گسترده باشد.

۱۱-۵-۶-۳. در سیستم‌های پنل‌ی کامل آرماتورهای انتظار شالوده باید به نحوی قرار گیرند که پس از نصب پنل، بین دو شبکه جوش شده و چسبیده به آنها قرار گیرند. لازم است آرماتورهای انتظار در یک صفحه فرضی عمودی واقع شوند.

۱۱-۵-۶-۴. در سیستم‌های پنل‌ی کامل میلگردهای انتظار باید کاملاً قائم و شاقول بوده و در حین بتن‌ریزی از راستای خود خارج نشوند.

نصب پنل‌های دیوار و اتصالات

۱۱-۵-۶-۵. در ابتدای نصب پنل‌های دیوار باید یک پنل در منتهی‌الیه گوشه یک دیوار خارجی به عنوان پنل مبنا نصب و شاقولی گردد. این پنل به عنوان مبنای نصب دیوارهای هم راستا و عمود بر خود می‌باشد.

۱۱-۵-۶-۶. برای تامین پایداری قائم پنل‌های دیواری به منظور بتن پاشی، لازم است در فاصله ۸۰۰ تا ۱۰۰ میلیمتری از بالای دیوار، پشت‌بندهایی با فاصله افقی حداکثر سه متر از یکدیگر قرار گیرند.

۱۱-۵-۶-۷. در محل اتصال دو دیوار عمود بر هم، میلگردهای اتصال U شکل در محل تقاطع باید طوری چسبیده و عمود بر هم قرار گیرند تا تشکیل خاموت بسته بدهند. میلگردهای اتصال باید بین شبکه جوش شده و هسته عایق قرار گرفته و به شبکه جوش شده متصل شوند.

۱۱-۵-۶-۸. لازم است نحوه قرارگیری تار و پود شبکه اتصال دو پنل مجاور یکدیگر به گونه‌ای باشد که تارها و پودها یک در میان داخل هم قرار گرفته به نحوی که حداکثر ضخامت بتن پوششی به دست آید.

۱۱-۵-۶-۹. برای جلوگیری از ایجاد ترک دور بازشوها باید از شبکه توری‌های در محیط بازشو استفاده شود.

۱۱-۵-۶-۱۰. لازم است چارچوب‌های در و پنجره پیش از بتن پاشی و همراه با نصب پنل در محل خود، به صورت شاقولی، قرار گرفته باشند.

۱۱-۵-۶-۱۱. اجرای سیستم تاسیسات مکانیکی در سازه‌های پنهانی به صورت روکار توصیه می‌شود.

۱۱-۵-۶-۱۲. در صورت استفاده از سیستم تاسیسات مکانیکی توکار، لازم است لوله‌های مربوط از جنس پلیمری باشد.

۱۱-۵-۶-۱۳. اگر از سقف پنهانی استفاده می‌شود، لازم است نصب پنل‌های سقف پیش از اتمام بتن پاشی دیوارها انجام شود.

۱۱-۵-۶-۱۴. برای اجرای قالب‌بندی سقف پنهانی، باید فاصله ۲۰ میلیمتری بین تخته کفراژ بندی و شبکه جوش شده رعایت شود و نباید قالب به شبکه جوش شده بچسبد.

۱۱-۵-۶-۱۵. در وسط دهانه تیرها در سقف پنهانی باید خیز منفی به مقدار ۱:۲۰۰ طول دهانه رعایت شود.

۱۱-۵-۶-۱۶. فاصله حداکثر برای شمع‌ها در طول تیرچه‌های بین پنل‌های سقف ۱/۵ متر است.

۱۱-۵-۶-۱۷. فشار دستگاه بتن‌پاش یا کمپرسور باید به حدی باشد که بتن پاشی در سرلوله (نازل) با فشاری در محدوده ۵ تا ۸ بار (اتمسفر) به سوی سطح پاشی شود.

۱۱-۵-۶-۱۸. استفاده از بتن سبک در ساخت پنل‌های باربر مجاز نمی‌باشد.

۱۱-۵-۶-۱۹. در عملیات بتن پاشی نباید به دلیل نصب قرنیز، ضخامت بتن پاشی پایین دیوار کم شود.

۱۱-۵-۶-۲۰. استفاده از روش‌های دستی در ساخت بتن پاشی مجاز نیست.

۱۱-۵-۶-۲۱. مصالح برگشتی بتن پاشی نباید مورد استفاده مجدد در بتن پاشی پنل‌های باربر قرار گیرند، ولی استفاده از آن‌ها با رعایت ضوابط بتن پاشی پنل‌های غیر باربر، بند ۱۱-۵-۶-۳۸ بلامانع است.

۱۱-۵-۶-۲۲. لازم است سطح پنل‌ها قبل از عملیات بتن پاشی با پاشیدن آب مرطوب شوند، در این فرایند باید از جمع شدگی آب بر روی پنل‌ها جلوگیری شود.

۱۱-۵-۶-۲۳. لازم است بتن پاشی دیوارها از پایین به سمت بالای دیوار صورت گیرد.

۱۱-۵-۶-۲۴. به منظور توزیع یکنواخت بتن پاششی و جلوگیری از گلوله شدگی و انباشتگی مصالح، لازم است، نازل تا حد امکان عمود بر سطح دیوار قرارداده شده و حرکت آن بصورت یکنواخت با الگوهای تخم مرغی شکل یا مدور کوچک حول محور نازل گردانده شود. در موقعیت هایی که به لحاظ شرایط معماری یا اجرایی این موضوع میسر نباشد، دهانه نازل نباید بیش از ۴۵ درجه از سطح کار زاویه بگیرد.

۱۱-۵-۶-۲۵. عملیات بتن پاشی در شرایط بسیار خاص، با زاویه بیش از ۴۵ درجه، فقط با کسب مجوز از دستگاه نظارت امکان پذیر می‌باشد.

۱۱-۵-۶-۲۶. بتن پاشی نباید به کنج ختم شود، برای عملیات بتن پاشی داخل کنج‌ها، پاشش در راستای نیمساز کنج انجام باید شود.

۱۱-۵-۶-۲۷. لازم است کفایت مقاومت پنل‌های غیرباربر در برابر بارهای غیرمعارف احتمالی نظیر ضربه متناسب با شرایط بهره‌برداری مورد بررسی قرار گیرد.

۱۱-۵-۶-۲۸. هنگام استفاده از پنل‌ها در دیوار پیرامونی ساختمان باید شرایط ذکر شده در مباحث هیجدهم و نوزدهم مقررات ملی ساختمان رعایت گردد.

۱۱-۵-۶-۲۹. هرگونه عملیات جوشکاری در نزدیکی پنل‌های بتن پاشی نشده که احتمال آسیب رسانی به پنل داشته باشد باید با رعایت تمهیدات ویژه و با نظارت دقیق به انجام برسد. در سازه‌های فولادی که از دیوارهای پنل‌ی نیز استفاده می‌کنند، باید از هسته عایق ضد حریق استفاده شود.

آزمایش های قبل از اجرا

۱۱-۵-۶-۳۰. قبل از شروع عملیات بتن پاشی در کارگاه، باید جعبه‌های آزمایشی چوبی یا فلزی به ابعاد ۱۰۰×۶۰×۶۰ میلیمتر برای اخذ نمونه‌های آزمایش از بتن پاششی توسط پرسنل کارگاه و تحت نظر دستگاه نظارت تهیه شود.

۱۱-۵-۶-۳۱. به‌ازای هر مخلوط نمونه، هر وضعیت بتن پاشی (افقی یا سربالا) و هر اپراتور بتن پاش، باید حداقل یک جعبه آزمایشی در نظر گرفته شود که نصف جعبه باید با شبکه جوش شده پنل، مشابه شرایط واقعی، شبکه‌بندی شود.

۱۱-۵-۶-۳۲. از هر جعبه آزمایشی ۶ نمونه مغزه‌گیری انجام می‌شود که ۳ نمونه با شبکه فولادی و ۳ نمونه بدون آن می‌باشد ۳ نمونه بدون فولاد برای بدست آوردن مقاومت فشاری مغزه، مطابق "آزمایش مغزه‌های مته شده و تیرهای اره شده، دت ۶۲۵" باید آزمایش شود.

۱۱-۵-۶-۳۳. مغزه گرفتن از هر ۵۰ مترمکعب بتن پاششی و یا هر ۵ روز کاری لازم است.

۱۱-۵-۶-۳۴. در صورتی بتن پاششی از نظر مقاومت قابل قبول تلقی می‌شود که متوسط مقاومت فشاری سه مغزه حداقل برابر ۰/۸۵ مقاومت مشخصه طرح باشد و همچنین مقاومت هیچ یک از مغزه‌ها کمتر از نباشد ۰/۷۵ مقاومت مشخصه طرح نباشد. برای کنترل دقت نتایج می‌توان مغزه‌گیری را تکرار نمود.

۱۱-۵-۶-۳۵. برای سهولت در نتیجه‌گیری و تسریع در کار می‌توان به همراه بتن پاشی جعبه‌ها، ۶ نمونه استوانه‌ای استاندارد از بتن پاششی گرفته شود و نتایج مقاومت آزمونه‌ها با مغزه‌های اخذ شده از جعبه‌ها مقایسه و کالیبره گردد.

۱۱-۵-۶-۳۶. معیار کیفی مغزه‌ها باید مطابق با ضوابط نشریه ۳۵۸ معاونت برنامه‌ریزی و راهبردی رییس جمهوری باشد.

۱۱-۵-۶-۳۷. آزمایش‌های بعد از اجرا

برای یافتن محل‌هایی که بتن پاششی به سطح پنل نچسبیده است و یا برای تعیین حفرات موجود، اپراتور باید با چکش متناسب با ضخامت بتن پاششی بین ۰/۵ تا ۲ کیلوگرم ضرباتی به بتن وارد آورد. در

صورتی که صدای بم و خفه به گوش رسد به معنای پوکی و وجود حفره و فاصله بین لایه های بتن پاششی و یا بتن پاششی و سطح هسته عایق می باشد.

۱۱-۵-۶-۳۸. محل های پوک و حفره دار باید علامت گذاری شده و پس از تخریب، نسبت به بتن پاشی مجدد آن اقدام شود.

حمل، انبار و نگهداری

۱۱-۵-۶-۳۹. پنل ها باید در محیط های دور از تابش مستقیم اشعه خورشید، بارش باران، رطوبت، تغییرات حرارتی شدید و عوامل گزندبار محیطی نگهداری باشد.

۱۱-۵-۶-۴۰. پنل ها باید دور از مواد آتش زا یا حرارت مستقیم و مواد حلال مانند هیدروکربن ها نگهداری شود.

۱۱-۵-۶-۴۱. از بارگذاری یا اقداماتی نظیر راه رفتن بر روی پنل ها باید اجتناب شود.

۱۱-۵-۶-۴۲. نگهداری و انبارش پنل ها روی یکدیگر باید به نحوی باشد که جوش شبکه و مفتول ها آسیب نبینند.

۱۱-۵-۶-۴۳. نگهداری پنل ها باید بر روی سکوه های مناسب انجام گیرد به طوری که در حین بارگیری آسیبی به آن ها وارد نشود.

۱۱-۵-۶-۴۴. در هنگام بارگیری، باراندازی یا حمل و نقل پنل باید اقدامات لازم در عدم ایجاد تابیدگی و خمیدگی پنل بعمل آید.

۱۱-۵-۶-۴۵. مراحل بارگیری و یا باراندازی پنل باید به آرامی و بدون اعمال ضربه به پنل صورت گیرد.

پنل

۱۱-۵-۶-۴۶. هر نوع تیپ پنل تولیدی باید توسط سازنده تحت آزمایش های مکانیکی مطابق استانداردهای شماره ۸۴۴۹ و ۸۰۶۳ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران قرار گیرد.

۱۱-۵-۶-۴۷. استفاده از تابلوی استعمال دخانیات ممنوع در مجاورت محل نگهداری قالب‌ها الزامی است.

۱۱-۵-۶-۴۸. وجود تعدادی کپسول آتش‌نشانی در نزدیکی هر یک از محل‌های نگهداری قالب‌ها الزامی است.

۱۱-۵-۷. رواداری

۱۱-۵-۷-۱. رواداری‌های ابعادی پنل‌های مطابق جدول ۲-۵ می‌باشد.

جدول ۲-۵: ویژگی‌ها و رواداری‌های ابعادی پنل‌های پیش ساخته سبک سه بعدی					
ردیف	فاکتور	واحد	پنل سقفی	پنل دیواری	
				باربر	غیر باربر
۱	فاصله قطر پنل	میلی متر	±۱۰ فاصله اسمی	±۱۰ فاصله اسمی	±۵ فاصله اسمی
۲	ضخامت لایه عایق	میلی متر	±۵ ضخامت اسمی	±۵ ضخامت اسمی	±۵ ضخامت اسمی
۳	* قطر مفتول‌ها	میلی متر	±۱/۵ ۳	±۱/۵ ۳	±۱/۵ ۲
۴	ابعاد چشمه	میلی متر	±۸۰	±۸۰	±۸۰
۵	** زاویه بین مفتول‌های طولی و عرضی	درجه	±۵/۹۵	±۵/۹۵	±۵/۹۵
۶	طول مفتول عرضی	میلی متر	۳- طول اسمی	۳- طول اسمی	۳- طول اسمی
۷	طول برشگیرها	میلی متر	۳- طول اسمی	۳- طول اسمی	۳- طول اسمی
۸	قطر برشگیرها	میلی متر	±۱/۵ ۳	±۱/۵ ۳	--
۹	زاویه برشگیرها	درجه	±۵/۰ زاویه اسمی	±۵/۰ زاویه اسمی	±۵/۰ زاویه اسمی
۱۰	تاب برشگیرها	میلی متر	±۱/۵	±۱/۵	±۱/۵
با ابعاد و اندازه‌های مندرج در این جدول ، رعایت رواداریها الزامیست * حداقل قطر مفتول ۳/۵ میلی متر می باشد و در صورت استفاده از مفتولهایی با قطر کمتر ، باید محاسبات سازه ای مستدل انجام گردد ** این رواداری برای پنل در طول ۳ متر می باشد.					

۱۱-۵-۷-۲. رواداری‌های اجرای سازه‌های سیستم پنبلی باید مطابق جدول ۴-۵ در نظر گرفته شود.

جدول 4-00: رواداری‌های سازه‌های پنلی

ردیف	شرح		رواداری	
۱	انحراف از امتداد قائم	الف	در لبه و سطح دیوارها، نبش‌ها و کنج‌ها	
		ب	برای گوشه نمایان دیوارها درزهای کنترل، شیارها و دیگر خطوط برجسته نمایان و مهم	
	انحراف از سطوح یا ترازهای مشخص شده در نقشه‌ها	الف	در سطح زیرین دال‌ها، سقف‌ها، سطح زیرین تیرها، نبش‌ها و کنج‌ها قبل از برچیدن حایل‌ها	
		ب	در نعل درگاه‌ها، زیرسری‌ها، جان پناه‌های نمایان در شیارهای افقی و دیگر خطوط برجسته نمایان و مهم	
۳	انحراف دیوارها و تیغه‌های جداکننده از موقعیت مشخص شده در پلان ساختمان		در هر دهانه در هر شش متر طول حداکثر در کل طول	
	انحراف از اندازه و موقعیت بازشوهای واقع در کف و دیوار و غلاف‌ها		۱۰ میلیمتر ۱۰ میلیمتر ۲۰ میلیمتر	
	اختلاف ضخامت دال‌ها و دیوارها		۱۰ میلیمتر ۵ میلیمتر	
۶	اختلاف اندازه‌ها در پلان	الف	نقصانی	۱۲ میلیمتر
		ب	اضافی	۵۰ میلیمتر
	شالوده‌ها	ب	جابجایی یا خروج از مرکز	
		پ	ضخامت	کاهش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده
				افزایش ضخامت نسبت به آنچه تعیین شده
		محدودیتی ندارد		۵ درصد

۱۱-۵-۸. نظارت و بازرسی

طراحی، اجرا و نظارت سیستم پنلی سه بعدی باید به وسیله مهندسان واجد شرایط و صاحب صلاحیت انجام گیرد، ضوابط کلی نظارت و بازرسی مندرج در مبحث نهم مقررات ملی ساختمان در این بخش نافذ می‌باشد.