



مجریان: دکتر بهروز کاری - مهندس مهدیه آبروش  
همکاران: مهندس مسعود قاسم زاده، دکتر محمد تقی رضایی حریری،  
مهندس فرهنگ کوشا  
مشاور: دکتر محمد جواد تقفی

## راهنمای کاربردی تولید و نصب پنجره‌های یو.پی.وی.سی

منبع: سایت انجمن کارفرمایی تولیدکنندگان در و پنجره یو.پی.وی.سی - بخش نخست

اشاره:

اشاره: آموزش حلقه گمشده صنعت در و پنجره یو.پی.وی.سی ایران است؛ چه اینکه بنا بر باور فعالان صنعت، ضعف آموزش و به روز نبودن مهارت‌ها باعث شده در فرایند تولید و نصب در و پنجره‌های یو.پی.وی.سی مشکلاتی به وجود آید که باعث ضربه دیدن کل صنعت شود. تولید و نصب در و پنجره‌های یو.پی.وی.سی ایران برای حرکت همگانی به سمت تولید با کیفیت و استاندارد نیازمند یادگیری است و به همین سبب در این شماره از نشریه پنجره ایرانیان، بخش ویژه‌ای با عنوان «آموزش پنجره» گشوده‌ایم و محتوای پیش‌روی شما برگرفته از جزوه آموزشی تولید و نصب در و پنجره‌های یو.پی.وی.سی است که توسط مرکز تحقیقات راه، ساختمان و مسکن وابسته به وزارت راه و شهرسازی تهیه شده و روی وب‌سایت رسمی انجمن تولیدکنندگان در و پنجره یو.پی.وی.سی ایران قرار گرفته‌است. به یقین تبادل نظر و طرح دیدگاه‌ها و مشارکت شرکت‌ها و کارشناسان در این زمینه بسیار ضروری است تا بتوان شاهد رفع مشکلات تولید و نصب در و پنجره‌های یو.پی.وی.سی ایران باشیم. با کسب اجازه از مرکز تحقیقات راه، ساختمان و مسکن و انجمن تولیدکنندگان در و پنجره یو.پی.وی.سی ایران در این شماره بخش نخست این جزوه آموزشی تقدیم می‌گردد با این امید که شرکت‌ها و فعالان صنعت هم با نقد و نظر خویش به ارتقای سطح آموزشی صنعت کمک کنند. - تحریریه نشریه پنجره ایرانیان

### چرا راهنمای نصب در و پنجره یو.پی.وی.سی؟

در چهار دهه اخیر، با توجه به روشن شدن اهمیت صرفه جویی در مصرف انرژی در ساختمان، اقدامات همه جانبه‌ای برای بهبود ویژگی‌های جدارهای نورگذر و انطباق هر چه بهتر آنها با انتظارات متعدد مطرح، خصوصاً از بعد عملکرد حرارتی، صورت گرفته است. دستیابی به حدود کیفیت تعیین شده در مقررات و ضوابط، با مطرح شدن فرآورده‌ها و فناوری‌های نوین محقق شده است. روشن است که با ارتقاء کیفیت محصولات تولید شده، اهمیت طراحی و اجرای عناصر نورگذر نیز دارای اهمیت بیشتری خواهد بود. کوتاهی در هر یک از این مراحل می‌تواند کارایی در نظر گرفته شده برای عناصر را کاملاً تحت الشعاع قرار دهد.

راهنمای حاضر با هدف ارائه راه حل‌های اجرایی برای رفع ابهامات مطرح در زمینه نصب پنجره‌های از جنس یو پی وی سی تهیه شده است. امید است در آینده، با تدوین آیین کار لازم در زمینه طراحی این عناصر، یکسان سازی‌های لازم در خصوص اصول و روشن‌های محاسبه و طراحی این عناصر نیز صورت گیرد. بدیهی است تا زمانی که آیین کار طراحی تهیه نشده و ملاک عمل قرار نگرفته باشد، مسئولیت طراحی بر عهده شرکت‌های مشاور طراح خواهد بود، و باید مطابق یکی از آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی مورد تایید کارفرما انجام شود. از طرف دیگر، با توجه به نوین بودن پروفیل‌ها و براق‌آلات مورد استفاده در این نوع پنجره‌ها، لازم است در آینده دستورالعملی نیز در خصوص کنترل و نگهداری از این نوع پنجره‌ها، در طول دوره بهره‌برداری از ساختمان تدوین شود.

عملیات اجرا، برای پروفیل زیرین پنجره از مقاطع خاصی استفاده می‌شود که حاوی دریچه‌های ورود هوای تازه هستند.

**رول پلاک:** قطعه‌ای پلاستیکی که در داخل جدار کار گذاشته می‌شود تا درگیری پیچ با سفت کاری ساختمان را تامین کند. رول پلاک‌ها، بسته به نوع جدار و نیروهای اعمال شده، دارای ابعاد و اشکال مختلفی هستند.

رول بت: قطعه‌ای با اجزای فلزی و دارای یک پیچ سفت کننده، که در داخل جدار کار گذاشته می‌شود و در زمان سفت کردن پیچ، در داخل جدار باز می‌شود و درگیری خود با جدار را تامین می‌کند.

**سازنده پنجره و شیشه:** شرکت‌های تولید کننده پنجره و شیشه، مطابق مشخصات تعیین شده توسط طراح، لازم به توضیح است که معمولاً هماهنگی‌های لازم برای تولید شیشه‌های چند جداره مورد استفاده در پنجره‌های یو پی وی سی، توسط شرکت سازنده پنجره، مطابق مشخصات تعیین شده توسط طراح، و با در نظر گرفتن مشخصات ابعادی پروفیل‌های مورد استفاده برای ساخت پنجره صورت می‌گیرد.

**طراح:** شرکت مشاور یا شخص حقیقی که مسئولیت طراحی پنجره‌های پروژه، و تعیین مشخصات فنی حداقل لازم را عهده دار می‌شود. در بعضی از پروژه‌ها، مسئولیت طراحی، توسط طراح، و با هماهنگی با کارفرما، به سازنده پنجره محول می‌شود.

گروه نصب: گروهی که مسئولیت نصب پنجره‌ها و شیشه‌های تولید شده بر روی گشودگی در نظر گرفته شده در جدارهای ساختمان را عهده دار می‌شود. در بعضی پروژه‌ها، برای ساده سازی هماهنگی‌های در مراحل اجرا، مسئولیت نصب پنجره‌ها، با موافقت کارفرمای پروژه، به سازنده پنجره و یا شرکتی معرفی شده و مورد تایید سازنده پنجره محول می‌شود.

**گشودگی:** قسمت خالی در سفت کاری که برای کار گذاشتن در یا پنجره در نظر گرفته می‌شود.

**لاتن (یا فاصله گذار یا شسیم):** قطعه‌ای که برای تنظیم و تثبیت موقعیت پنجره در گشودگی، بین این دو، در قسمت فوقانی، تحتانی و کناره‌ها کار گذاشته می‌شود. معمولاً این قطعات چوبی یا پلاستیکی هستند.

## ۱-۲ انتظارات عملکردی

پنجره‌ها یکی از عناصر اصلی در ساختمان‌ها به شمار می‌روند. عملکرد این عناصر از حساسیت خاصی برخوردار است، زیرا باید جوابگوی انتظارات متعددی باشد. در اصل، دلیل اصلی کاربرد پنجره‌ها تامین امکان بهره‌گیری از نور طبیعی و مشاهده محیط بیرون ساختمان و تهویه طبیعی ساختمان در بعضی اوقات سال است. به همین منظور، لازم است از طرفی بخش‌هایی از پنجره با شیشه‌های شفاف یا نورگذر پوشیده شود، و از طرف دیگر، بازشوهایی در پنجره‌ها پیش بینی شود تا ارتباط با محیط خارج در صورت نیاز تامین شود. وجود سیستم‌های بازشو و شیشه در ساختار پنجره‌ها باعث می‌شود مشکلاتی برای جوابگویی به دیگر انتظارات مطرح به وجود آید. مهمترین تبعات آن، بروز مشکلات هوابندی و آب‌بندی، افزایش ضریب انتقال حرارت و کاهش مشخصات صوتی این بخش از پوسته خارجی ساختمان است. علاوه بر این موارد، در بعضی شرایط، پنجره‌ها از دید ایمنی نیز می‌توانند یک نقطه ضعف عمده تلقی شوند.

خوشبختانه، امروزه فناوری‌های متعددی مطرح شده، و برای تمامی نقاط ضعفی که شرح داده شد، راه حل‌های مناسبی ارائه شده است. در اینجا، توضیحات مختصری در زمینه‌های مختلف مرتبط با پنجره‌های نوین و خصوصیات کلی آنها داده می‌شود.

تامین انتظارات و حفظ آنها در دوره بهره‌برداری، هم به مشخصات فنی پنجره بستگی دارد، و هم به شرایط نصب، اگر چه در این دستورالعمل، ارائه اصول نصب پنجره‌ها مد نظر است، اما چنانچه در انتخاب یا طراحی پنجره دقت لازم مبذول نشود، عملکرد آن در دوره بهره‌برداری می‌تواند دچار اختلال شود. لذا در این قسمت،

## پنجره‌های یو پی وی سی؛ انتخاب اول

در بین عناصر ساختمانی، پنجره‌ها از اهمیت خاصی برخوردارند، زیرا عملکردها و انتظارات متعددی در مورد آن‌ها مطرح است، که مهمترین آنها عبارتند از:

- ایجاد امکان رویت و ارتباط با محیط خارج
- ایجاد امکان بهره‌گیری از نور طبیعی
- محافظت فضاهای داخل ساختمان از محیط خارج
- هوابندی، آب‌بندی، مقاومت در برابر باد
- تامین ایمنی و امنیت
- تامین شرایط آسایش ساکنین (حرارتی، صوتی و ...)
- مقاومت در برابر نیروهای اعمال شده در حین بهره‌برداری
- دوام و حفظ کارایی

بدیهی است با توجه به عملکردهای متعدد مورد انتظار، طراحی، تولید و نصب پنجره‌ها نیز حائز اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. اصول و ضوابط لازم الاجرا در زمینه طراحی در مقررات و آیین‌نامه‌ها ارائه شده است. ویژگی‌های حداقل این عناصر نیز در استانداردها مطرح گردیده است.

پنجره‌های ساخته شده با پروفیل‌های یو پی وی سی نسبتاً جدیدی از پنجره‌ها هستند و در سال‌های اخیر، کاربرد آن‌ها با رشد چشمگیری همراه بوده است. نقاط قوت اصلی این نوع پنجره‌ها، هوابندی و آب‌بندی مناسب، کاهش پل‌های حرارتی، بهبود صدا بندی و همچنین نیاز حداقل به اقدامات نگهداری در طول دوره بهره‌برداری است. ولی کاربرد این نوع پنجره با مشکلاتی نیز همراه است، که مهمترین آنها خطر هوازدگی (در صورتی که مقاومت لازم را در برابر عوامل جوی نداشته باشد)، مقاومت مکانیکی اندک در گوشه‌ها، و ضریب انبساط حرارتی زیاد (در مقایسه با پروفیل‌های فلزی) آن است. علاوه بر این، در زمان نصب این نوع پنجره‌ها باید ملاحظات خاصی در نظر گرفته شود. تا عملکرد در نظر گرفته شده را داشته باشد. و در طول دوره بهره‌برداری دچار آسیب دیدگی و خرابی نشود.

آنچه به عنوان یک خلأ جدی تلقی می‌شود، عدم وجود آیین کاری است که در آن اصول و روش‌های نصب پنجره ساخته شده با پروفیل‌های یو پی وی سی، و دستورالعملی که در آن ضوابط مطرح در خصوص نگهداری از پنجره در طول دوره بهره‌برداری تشریح شده باشد. این مجموعه با هدف تعیین اصول و روش‌های نصب، و همچنین رفع بعضی ابهامات موجود در این زمینه تهیه شده است.

## فصل اول: تعاریف، انتظارات و تعهدات

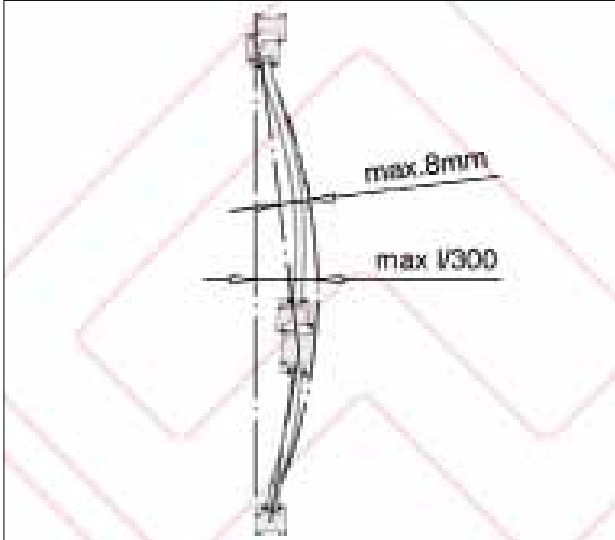
### ۱-۱ تعاریف و اصطلاحات

تعاریف و اصطلاحات مربوط به پنجره‌ها در استاندارد ملی ایران تحت عنوان «درها و پنجره‌ها - واژه نامه» به شماره ۱۱۴۱۸ آمده است. در اینجا، تنها تعاریف و اصطلاحاتی ذکر شده است که مخصوص پروفیل‌های یو پی وی سی یا روش‌های نصب پنجره هستند.

**پیش قاب:** قابی که در مرحله سفت کاری در داخل گشودگی پیش بینی شده برای پنجره کار گذاشته می‌شود، تا عملیات نصب پنجره با سهولت بیشتری انجام گیرد. در اکثر موارد، پیش قاب در نظر گرفته شده فولادی است، و در معدودی از موارد، از مقاطع چوبی یا پی وی سی نیز استفاده می‌شود.

**تقویت کننده پروفیل:** پروفیل فولادی گالوانیزه یا پلیمر (نظیر پلی آمید مسلح به الیاف شیشه) با مقطع قوطی یا ناودانی که در داخل یکی از حفره‌های میانی پروفیل کار گذاشته می‌شود. در مواردی نیز، مقاطعی پلیمری نیز در گوشه‌ها، برای تقویت جوش یا پروفیل‌ها در نظر گرفته می‌شود.

**تکانه حرارتی:** تغییرات ناگهانی دما بر روی سطوح خارجی عناصر تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان، که در اثر تابش شدید آفتاب و یا بارندگی صورت می‌گیرد. **دریچه (سیستم) تهویه (ورود هوا):** دریچه‌ای که برای تهویه و ورود هوای تازه در دیوارهای پوسته خارجی کار گذاشته می‌شود. در برخی موارد، برای سهولت



شکل ۱ محدودیت های تعیین شده در خصوص تغییر شکل پنجره در اثر باد

بدیهی است که تأمین این انتظارات، با طراحی مناسب پنجره، و با در نظر گرفتن جزئیات نصب و اتصالات متناسب با بارهای اعمال شده صورت می گیرد. به عبارت دیگر، نوع و تعداد اتصالات باید با هماهنگی کامل با ابعاد پنجره، تعداد و موقعیت بازشوها، پروفیل ها و یراق آلات به کار رفته، و بارهای مکانیکی اعمال شده در اثر باد باشد. نکته دیگری که از این نقطه نظر حائز اهمیت است، مشخصات لولاها و سیستم های باز و بست، نحوه نصب آنها به قسمت های ثابت و متحرک پنجره، و همچنین مشخصات سیستم باز و بست پنجره است.

**بارهای اعمال شده در دوره بهره برداری:** در طول دوره بهره برداری، زمان باز کردن یا بستن یک پنجره، نیروهایی به پنجره ها اعمال می شود. بخشی از این نیروها در جهت افقی و برخی دیگر در جهت قائم به پنجره وارد می شود، که در حالت های مختلف، تنش های متفاوت به بخش های مختلف پنجره را به همراه دارد. باید اطمینان حاصل کرد که تداوم یا تکرار اعمال این نیروها باعث خرابی یا زیر سوال رفتن مشخصات هوابندی و یا آب بندی پنجره ها نمی شود.

از طرف دیگر، در برخی موارد، پنجره ها باید به قدری مقاوم باشند که انتظارات در خصوص ایمنی و محافظت پنجره در برابر سرعت را تأمین نمایند. در موارد خاص، انتظار مقاومت در برابر بارهای ناشی از انفجار نیز می تواند مطرح باشد.

**بارهای مربوط به انبساط و انقباض های حرارتی ناشی از تغییرات دما:** در پنجره های پلیمری، تفاوت چشمگیری بین ضرایب انبساط حرارتی بدنه پلیمری، تقویت کننده ها و یراق آلات فلزی و مصالح تشکیل دهنده سفت کاری ساختمان وجود دارد. این امر باعث می شود با تغییرات دما، تغییر ابعاد اجزای مختلف یکسان نباشد، و به تبع آن، تنش های موضعی به بخش هایی از پنجره اعمال شود. این نیروها و تنش ها می تواند باعث تابندگی یا حتی تخریب پنجره نیز بشود. در نتیجه، لازم است تمهیدات لازم در نظر گرفته شود تا اثرات تغییر شکل های ناشی از نوسانات دما به حداقل کاهش یابد.

### ۱-۳-۲-۳ انتقال نیروها به ساختمان

پنجره ها و رول پلاگ ها، رول بلت ها اسفنج های پلی یورتان یا دیگر اسفنج های درزبندی برای تضمین انتقال بارهای پنجره به ساختمان کافی نیستند. در نتیجه، لازم است برای انتقال بارهای مرده و زنده پنجره به ساختمان، قطعات اتکایی مناسب در نظر گرفته شود. بدیهی است این قطعات باید مطابق دستورالعمل طراحی، به نحوی اصولی انتخاب و جانمایی شوند.

به مشخصات کلی و انتظارات عملکردی مطرح در مورد پنجره اشاره خواهد شد.

### ۱-۲-۱ تأمین ایمنی در برابر آتش

انتظارات مربوط به پنجره ها از دید ایمنی متعدد هستند. معمولاً پنجره ها نمی توانند به مدت طولانی در برابر حرارت ناشی از حریق دوام بیاورند، و در هر صورت لازم است تمهیداتی در نظر گرفته شود که آتش از طریق پنجره به ساختمان ها به ساختمان ها یا طبقات دیگر منتقل نشود و همچنین این اجزا در گسترش حریق مشارکت نکنند. تأمین این انتظارات هم به مشخصات فنی پنجره بستگی دارد، و هم به جزئیات نصب پنجره به دیوار. مهمترین اصولی که در رابطه با تأمین ایمنی در برابر آتش باید در زمان نصب در نظر گرفته شود به شرح زیر است:

- حصول اطمینان از عدم نفوذ هوا و آتش، از درزهای بین پنجره و دیوار  
- حصول اطمینان از مقاومت کافی اتصالات در زمان وقوع حریق، با در نظر گرفتن نیروها و تنش های بهره برداری و گرمای تولید شده در زمان حریق

### ۱-۲-۲ تأمین شرایط بهداشت ساکنین و بهره برداران

یکی از انتظارات اصلی مطرح در مورد پنجره ها، لزوم تأمین شرایط بهداشت ساکنین و بهره برداران است. با توجه به این نکته که درزبندی پنجره های نوین در حدی است که نشست هوای ناخواسته را به حداقل می رساند، لازم است پیش بینی های لازم برای تعبیه دریچه های ورودی هوای تازه در بخشی از پروفیل های تشکیل دهنده قاب پنجره، یا دیوار، یا دیگر جداره های خارجی، با هماهنگی کامل با سیستم تهویه و تأمین ایمنی در برابر آتش، صورت گرفته باشد. بدیهی است در صورتی که گروه طراح، تولید کننده و گروه نصب توجه لازم را به این موضوع مهم معطوف نکنند، خطرهای جدی سلامتی و جان ساکنین و بهره برداران را تهدید خواهد کرد، و هریک از گروه های فوق در تبعات و مشکلات ایجاد شده به سهم خود مسئول خواهند بود.

### ۱-۲-۳ مقاومت در برابر بارهای اعمال شده

#### ۱-۳-۲-۱ بارهای داخلی

پنجره های ساخته شده با شیشه های دوجداره و یا یراق آلات پیچیده در بسیاری از موارد سنگین تر از پنجره های قدیمی هستند. در نتیجه، لازم است در طراحی و اجرای آنها، ملاحظات لازم برای تأمین مقاومت کافی در برابر بارهای وارد شده در نظر گرفته شود. بدیهی است تغییر شکل پنجره تحت بارهای وارد شده تبعات متعددی، از جمله به هم خوردن آب بندی و هوابندی را به دنبال دارد.

مهمترین بارهای داخلی اعمال شده از عوامل زیر سرچشمه می گیرند:

- دما و رطوبت داخلی

- صدا (در موارد خاص)

بدیهی است که در چنین شرایطی، باید ملاحظات لازم در نظر گرفته شود، تا جزئیات نصب و اتصالات در نظر گرفته شده متناسب با بارهای اعمال شده باشد.

#### ۱-۳-۲-۲ بارهای خارجی

بارهای خارجی نظیر بار جانبی ناشی از باد، باران، تغییرات دما، و زلزله باید تماماً در طراحی و اجرای پنجره ها در نظر گرفته شوند. بدیهی است عدم طراحی اصولی، می تواند به تغییر شکل های بیش از حد مجاز و یا حتی تخریب پنجره بیانجامد.

**بار باد:** پنجره ها باید مقاومت کافی در برابر نیروهای ناشی از باد را داشته باشند. در پنجره های پی وی سی نیز، برای جبران ضعف ساختاری پروفیل ها، در مقاطع، پروفیل های فلزی تقویتی کار گذاشته می شود. در بسیاری از موارد، شکل پروفیل یا پروفیل های تقویتی و ضخامت آن بستگی به ابعاد پنجره دارد. در نتیجه، لازم است در زمان سفارش پنجره از حسن انتخاب مشخصات پروفیل تقویتی بر حسب ابعاد پنجره و بارهای وارد شده بر آن اطمینان حاصل نمود.

در تمامی موارد، پنجره باید به گونه ای طراحی و اجرا شود که در تمامی نقاط آن، بیشترین تغییر شکل در اثر باد از ۱/۳۰۰ بیشترین بعد پنجره و ۸ میلی متر کمتر باشد (شکل ۱).

پنجره‌های یوپی وی سی با توجه به ضریب هدایت حرارت بسیار بالای فولاد، باعث ایجاد پل حرارتی و کاهش چشمگیر اثربخشی پروفیل پی وی سی می‌شود (شکل ۳). در نتیجه، لازم است برای بهبود عملکرد حرارتی پنجره‌های نوین، یکی از راه حل‌های زیر در دستور کار قرار گیرد:

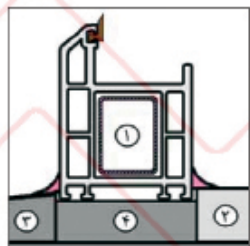
- از پیش قاب‌های چوبی استفاده شود (شکل ۴).

- پیش قاب حذف شود و پنجره مستقیماً به سفت کاری دیوار متصل شود:

- عایق حرارتی روی پیش قاب را کاملاً پوشش دهد و به خوبی به پروفیل قاب پنجره بچسبند.

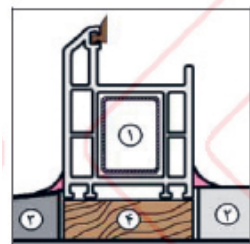
در صورت به کارگیری راه حل دوم، برای به حداقل رسانیدن پل حرارتی، لازم است فاصله بین پنجره و دیوار به صورت سراسری یا موضعی با عایق حرارتی پر شود (شکل ۵).

در نتیجه، برای تأمین بیشترین میزان اثربخشی عایق حرارتی دیوار و پنجره نوین، لازم است بسته به محل قرارگیری پنجره، جزئیات اجرایی لازم در نظر گرفته شود، تا پل‌های حرارتی ناشی از روش نصب به حداقل ممکن کاهش یابد.



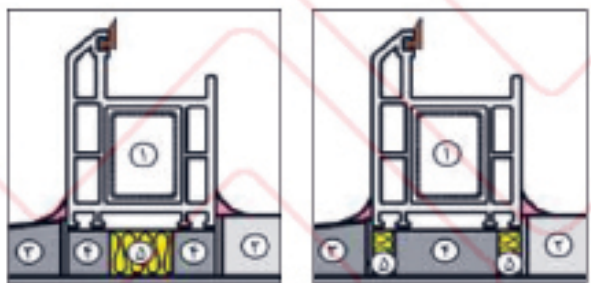
- ۱: پروفیل پی وی سی همراه با تقویت کننده پروفیل
- ۲: نازک کاری داخل (گچ یا سنگ)
- ۳: زیر پنجره با مصالح بنایی یا بتنی
- ۴: مصالح بنایی زیرسازی گشودگی یا پیش قاب فلزی

شکل ۳ نمونه اجرای ناصحیح پنجره (بدون کاهش پل حرارتی)



- ۱: پروفیل پی وی سی همراه با تقویت کننده پروفیل
- ۲: نازک کاری داخل (گچ یا سنگ)
- ۳: زیر پنجره با مصالح بنایی یا بتنی
- ۴: پیش قاب چوبی یا پلیمری (پی وی سی، ...)

شکل ۴ نمونه اجرای صحیح پنجره (با پیش قاب چوبی)



- ۱: پروفیل پی وی سی همراه با تقویت کننده پروفیل
- ۲: نازک کاری داخل (گچ یا سنگ)
- ۳: زیر پنجره با مصالح بنایی یا بتنی
- ۴: پیش قاب چوبی یا پلیمری (پی وی سی، ...)

شکل ۵ نمونه های اجرای صحیح پنجره برای به حداقل رسانیدن پل های حرارتی

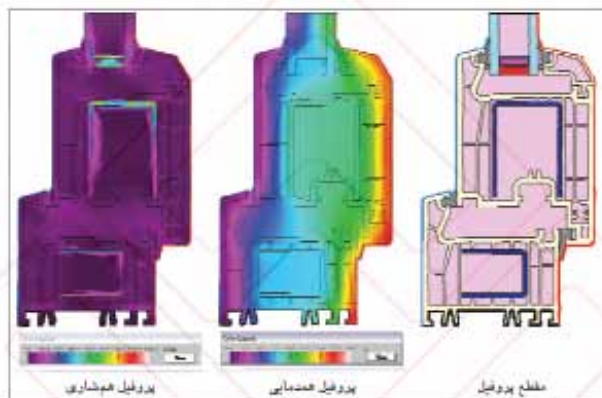
## ۱-۲-۴ محدود کردن میزان انتقال حرارت

جدارهای شفاف باید به گونه‌ای طراحی شوند که امکان کنترل میزان ورود نور و انرژی خورشیدی را در ماه‌های مختلف سال تأمین نمایند، و در عین حال، میزان انتقال حرارت و صدابندی تأمین شده توسط این جدارها باید منطبق با ضوابط و مقررات لازم الاجرا در این زمینه باشد.

ضریب انتقال حرارت مهمترین مقدار فیزیکی برای ارزیابی عملکرد حرارتی پنجره‌های نوین است. کاهش ضریب انتقال حرارت، برای بهینه سازی مصرف انرژی، به دو روش عملی می‌شود. راه اول استفاده از مواردی با ضریب هدایت حرارت اندک (چوب، پی وی سی و دیگر موارد پلیمری) است.

راه دیگر این است که در صورت استفاده از مواردی مانند آلومینیوم که ضریب حرارتی بالایی دارد، پروفیل به صورت دو تکه ساخته شود و اتصال دو قسمت به یکدیگر توسط یک قطعه پلاستیکی با ضریب هدایت حرارت اندک انجام شود.

در پنجره‌های ساخته شده با پروفیل‌های پی وی سی، برای سبک سازی پروفیل حفره‌هایی در پروفیل در نظر گرفته می‌شود. افزایش تعداد ردیف‌های حفره در جهت عمود بر جهت جریان حرارت کاهش ضریب انتقال حرارت را به همراه دارد. آنچه در حالت عادی در نظر گرفته می‌شود، پروفیل‌های با سه ردیف حفره است، که در عمل، تنها دو ردیف حفره اثربخشی لازم را در جهت کاهش انتقال حرارت دارند، زیرا در حفره میانی، تقویت کننده فولادی کار گذاشته می‌شود که اثر لایه هوا را (در زمینه انتقال حرارت) از بین می‌برد. در مواردی که کاهش بیشتری ضریب انتقال حرارت قاب مدنظر است، به جای سه ردیف، از پروفیل‌های با ۵ ردیف یا بیشتر استفاده می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲ پروفیل های همدمايي و هم شاري در يك نمونه پنجره پی وی سی با ۵ ردیف حفره

تأمین انتظارات تعیین شده در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی زمانی محقق می‌شود که تعیین مشخصات فنی شیشه‌های چند جداره، پروفیل‌ها، تقویت کننده‌ها و براق‌آلات، به نحوی اصولی و مستدل توسط گروه طراح صورت گرفته باشد، و نصب نیز مطابق روش‌های مناسب انجام گیرد، تا باعث افزایش انتقال حرارت پروفیل، یا کاهش مشخصات درزبندی پنجره نشود.

## ۱-۲-۵ به حداقل رسانیدن پل‌های حرارتی با دیوار

بخش اعظم پل‌های حرارتی پنجره در داخل پروفیل‌های تشکیل دهنده پنجره و شیشه چند جداره ایجاد می‌شود، و دلیل آن استفاده از مواردی است که ضریب هدایت حرارت بالایی دارند.

علاوه بر این، در صورتی که توجه لازم به جزئیات اجرایی عایق کاری حرارتی دیوار و نصب پنجره معطوف نشود، پل‌های حرارتی قابل توجهی در محل اتصال پنجره به دیوار ایجاد می‌شود، که در برخی موارد، مزایا و قابلیت‌های کاربرد پروفیل‌های پلیمری را کاملاً کم رنگ می‌کند، برای نمونه، استفاده از پیش قاب‌های فولادی برای نصب



در غیر این صورت، علاوه بر تشکیل پل حرارتی، در مناطق سردسیر، مشکل میعان بر روی سطح داخلی دیوار، در پیرامون پنجره نیز بروز خواهد کرد. در صورتی که اقداماتی در این راستا انجام شده باشد، برای حصول اطمینان از رفع این مشکل، می توان با انجام شبیه سازی انتقال حرارت در دیوار و پنجره، و بادر نظر گرفتن فرضیات جدول ۱ برای دماهای فضای خارج و داخل ساختمان، خارج نشدن رطوبت همدمای ۱۰ از دیوار و پنجره را کنترل نمود.

جدول ۱ دماهای خارج و داخل ساختمان در محاسبات تعیین رطوبت های همدمای

دما (درجه سلسیوس)	رطوبت نسبی (درصد)	شرایط
۲۰	۵۰	شرایط داخل
-۱۰	۸۰	شرایط خارج

### ۱-۲-۶ هوابندی و آب بندیی

پنجره باید قادر باشد در شرایط اختلاف فشارهای مثبت یا منفی که از سرعت ها و جهت های مختلف باد ناشی می شود میزان نشست قابل قبولی داشته باشد. برای آب بندیی نیز انتظارات مشابهی وجود دارد. پنجره باید بتواند در شرایط همزمان باران و باد شدید در برابر نفوذ آب مقاومت کند. بدیهی است برای این که پنجره از این دو بعد عملکرد خوبی داشته باشد، اهداف زیر باید تأمین شود:

- داشتن درزبندهایی با انعطاف پذیری بالا، برای حصول اطمینان، معمولاً هوابندی توسط چند لایه درزبند صورت می گیرد، تا در صورتی که یکی از درزبندها به دلیلی به خوبی عمل نکند، درزبندهای دیگر از افزایش بی رویه میزان نشست هوا جلوگیری نمایند.

- چفت شدن قسمت باز شو در چند نقطه برای جلوگیری از تغییر شکل بی رویه آن در اثر اختلاف فشار و یا دما بین دو طرف پنجره

- طراحی مجاری تخلیه آب به گونه ای که آب در اثر اختلاف فشار هوا به طرف داخل هدایت نشود.

### ۱-۲-۷ صدابندی

بسته به محل قرارگیری ساختمان و وضعیت نمای آن، میزان افت صوتی که از پنجره انتظار می رود متفاوت است. بهبود عملکرد صوتی جدارهای خارجی ساختمان با استفاده از پنجره هایی با مشخصات صوتی برتر و با در نظر گرفتن روش های نصب مناسب با درزبندی بسیار خوب صورت می گیرد.

### ۱-۲-۸ حفظ کارایی در طول دوره بهره برداری

در بخش های قبلی، مقاومت در برابر نیروهای وارد شده مطرح گردید. اعمال این نیروها یا به دلیل قابل توجه بودن آنها و یا به دلیل تعدد دفعات اعمال آن می تواند منجر به خارج شدن از تنظیم، خراب شدن سیستم های باز و بست، و حتی شکستن قسمتی از پنجره شود.

در نتیجه، علاوه بر لزوم حصول اطمینان از عملکرد مناسب پنجره در برابر انواع مختلف نیروها و گشتاورهای وارد شده به قسمت های مختلف آن، از دوام پنجره در پنجره در برابر باز و بسته شدن های متوالی نیز باید اطمینان حاصل کرد.

معمولاً پنجره ها از یک طرف (فضای داخل) در معرض شرایط دما و رطوبت تقریباً ثابت هستند. ولی در طرف خارج پنجره، هیچ گونه ثباتی در شرایط دما و رطوبت وجود ندارد. در نتیجه، سطح خارجی پنجره در طول سال و در ساعت های مختلف شبانه روز تغییرات قابل توجهی دارد، که در صورت عایق بودن پروفیل، این تغییرات دما دوچندان می شود. همزمان با تغییرات دما و رطوبت، تابش آفتاب باعث می شود سطوح پروفیل ها همواره در معرض اشعه فرابنفش باشد. این عوامل از چند نظر می توانند مشکل ساز باشند:

- در صورتی که تمهیدات و فرمولاسیون لازم برای پروفیل پلیمری مورد استفاده

در نظر گرفته نشده باشد، تابش نور فرابنفش می تواند باعث تغییر رنگ و ترد شدن پروفیل باشد. چرخه های آب و هوایی نیز می تواند این فرایند را سرعت بخشند.

- تغییرات شدید دمای روزانه در طول سال باعث ایجاد تنش هایی در پروفیل می شود که منجر به اعوجاج و تابیده شدن پروفیل می شود. این امر باعث می شود از طرفی تنش های موضعی اتصالات پنجره به دیوار افزایش یابد و در برخی موارد به خرابی های جدی در پنجره و دیوار بیانجامد، و از طرف دیگر، تکان های حرارتی می توانند آب بندی و هوابندی پنجره را نیز با مشکل روبرو کنند.

- زمانی که تابش شدید در ماه های گرم سال باعث بالا رفتن دمای پروفیل می شود، پاشش ناگهانی آب ناشی از بارندگی یا شستشو یا ... تکان حرارتی شدیدی ایجاد می کند که در صورت نامناسب بودن مواد مورد استفاده می تواند به تخریب پروفیل و در نهایت پنجره منجر شود.

برای حصول اطمینان از عملکرد مناسب پروفیل مورد استفاده، در فرایند کنترل کیفیت این نوع محصولات، آزمون های تسریع شده ای در نظر گرفته شده است که امکان ارزیابی اثر همزمان تابش، تغییرات دما و پاشش آب روی پروفیل را فراهم می کند.

### ۱-۳-۳ تعهدات لازم برای انطباق پنجره با انتظارات تعیین شده

#### ۱-۳-۱ تعهدات طراح پنجره

طراح پنجره باید مشخصات و اطلاعات فنی لازم را در اختیار سازنده پنجره قرار دهد.

#### ۱-۳-۱-۱ تعیین مشخصات فنی پنجره ها

اطلاعات فنی پنجره باید مطابق استاندارد ملی به شماره ۱-۱۲۸۶۷ [۱] ارائه شود. اطلاعات فنی مورد نیاز برای ساخت پنجره، که باید توسط گروه طراح ارائه شود، باید حاوی موارد زیر باشد:

- نوع و ویژگی های حداقل پروفیل ها و براق آلات
- مشخصات حداقل تقویت کننده های پروفیل
- مشخصات حداقل شیشه های دوجداره مورد استفاده در پنجره ها (حاوی اطلاعات فنی در مورد شیشه ها و پوشش های روی سطوح آنها، فاصل و گاز بین شیشه ها)
- درجه بندی حداقل پنجره از نظر هوابندی و آب بندی
- ضریب انتقال حرارت سطحی حداکثر پنجره
- صدابندی حداقل پنجره

#### ۱-۳-۱-۲ تعیین مشخصات ابعادی ساختمان و دیوار

طراح باید ابعاد و رواداری های مربوط به دیوار و گشودگی های لازم برای پنجره را اعلام نماید.

#### ۱-۳-۱-۳ تعیین نحوه قرارگیری پنجره و جزئیات نصب

نحوه قرارگیری پنجره و جزئیات نصب باید در جزئیات ارائه شده توسط طراح موجود باشد، تا مشخص شود پنجره در چه موقعیتی نسبت به دیوار باید نصب شود. از طرف دیگر، با در نظر گرفتن نوع و مصالح مورد استفاده برای ساخت دیوار، باید نوع اتصالات پنجره به دیوار و ملاحظات لازم برای به حداقل رسانیدن پل های حرارتی را مشخص کند. بدیهی است جزئیات باید به گونه ای باشد که مانع از بروز میعان در محل اتصال پنجره به دیوار شود.

#### ۱-۳-۱-۲ تعهدات سازنده پنجره و شیشه

#### ۱-۳-۱-۲-۱ بازدید محل نصب پنجره ها

سازنده یا نماینده او موظف است قبل از ساخت پنجره از وضعیت موجود ساختمان و گشودگی در نظر گرفته شده برای هر پنجره بازدید کند، و اندازه گیری های لازم را انجام دهد. کنترل ابعاد و وضعیت موجود گشودگی محل نصب پنجره باید مطابق اصول تعیین شده در فصل سوم و چهارم انجام گیرد.

اگر بین ابعاد تعیین شده در طراحی و وضعیت موجود تفاوت هایی وجود داشته باشد، سازنده موظف است موارد را کتباً اعلام کند، و تأییدهای لازم در خصوص

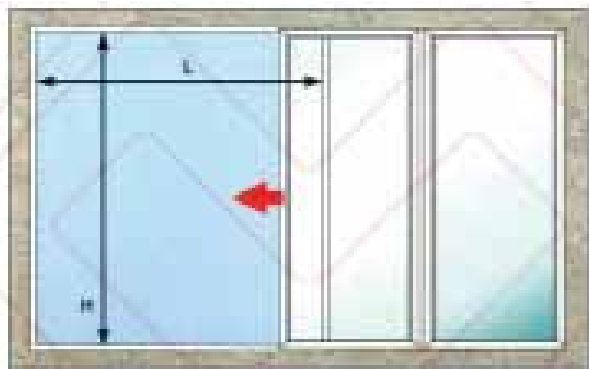
**احتمالی:** هرچند کاربرد پیش قاب باعث ساده سازی اقدامات نصب می‌شود، ولی در عین حال باعث افزایش هزینه اجرا و در بسیاری از موارد ایجاد یا تشدید پل‌های حرارتی و صوتی و همچنین افت کیفیت هواپندی و آب‌بندی می‌شود. در صورتی که در طرح کاربرد پیش قاب در نظر گرفته شده است، لازم است گروه نصب از انطباق مشخصات آن با طراحی اطمینان حاصل کند. در خصوص پروژه‌های بهسازی، لازم است در قرارداد با گروه نصب موارد زیر مشخص شود:

- حفظ قاب پیرامونی پنجره موجود یا حذف آن
- تعیین گروه اجرا کننده، در صورت نصب پس از حذف قاب پنجره موجود
- تعیین گروه ترمیم کننده نازک کاری و یا نما، در صورت لزوم حذف قاب پنجره موجود

کنترل انطباق پنجره‌ها و شیشه‌ها قبل از نصب: گروه نصب باید کنترل‌های لازم را، برای حصول اطمینان از انطباق پنجره‌ها و شیشه‌ها با جزئیات طراحی، انجام دهد.

### ۳-۳-۱-۳-۴-۱ کنترل ابعاد و وضعیت موجود گشودگی محل نصب پنجره

کنترل ابعاد و وضعیت موجود گشودگی محل نصب پنجره باید مطابق اصول تعیین شده در فصل سوم و چهارم انجام گیرد.



شکل ۶ کنترل ابعاد و وضعیت موجود گشودگی محل نصب پنجره

### ۳-۳-۱-۴-۴-۱ نصب پنجره مطابق روش تعیین شده

نصب پنجره مطابق روش تعیین شده و ضوابط مربوط به آن صورت گیرد. در بعضی موارد، پنجره مستقیماً به دیوار متصل می‌شود، و در مواردی دیگر، کلاف پیش قابی پیش بینی می‌شود که قبل از نصب پنجره در داخل یا روی گشودگی نصب می‌شود. در صورتی که نصب پنجره با پیش قاب در نظر گرفته شده باشد، معمولاً اجرای آن توسط گروه اجرایی سفت کاری ساختمان انجام می‌شود. در حالتی که مسئولیت اجرای پیش قاب به گروه نصب پنجره محول شده باشد، لازم است در قرارداد و شرح خدمات گروه نصب موارد لازم قید شود و مشخص شود که پیش قاب از چه جنسی (فولادی، چوبی، پلیمری) باید باشد. بدیهی است که در تمامی شرایط، گروه طراح باید پل‌های حرارتی ناشی از پیش قاب را در محاسبات انتقال حرارت لحاظ کرده باشد.

### ۳-۳-۱-۵-۴-۱ درزبندی (هوابندی و آب‌بندی) و انجام اقدامات نهایی

انجام اقدامات لازم برای درزبندی (شامل هوابندی و آب‌بندی) بین پنجره و سفت کاری ساختمان بر عهده گروه نصب است. از طرف دیگر، در صورتی که لازم باشد اقداماتی برای تکمیل نازک کاری یا آندود کاری در مجاورت پیرامون پنجره صورت گیرد، کارفرما باید تصمیمات لازم در این خصوص را اتخاذ کند و تعیین کند که انجام این اقدامات بر عهده کدام گروه است. بدیهی است این اقدامات خارج از حدود وظایف تعیین شده برای گروه نصب می‌باشد.

اندازه‌های نهایی پنجره، و نوع پروفیل‌های در نظر گرفته شده را از کارفرما و ناظر یا شرکت کنترل درخواست کند.

### ۱-۲-۳-۲-۲ تهیه چک لیست مشخصات فنی پنجره، شیشه و اجزای تشکیل دهنده آن

سازنده باید تولید پنجره و شیشه را مطابق ابعاد گشودگی در نظر گرفته شده برای پنجره انجام دهد. سازنده پنجره و شیشه باید تمامی اطلاعات فنی مربوط به محصولات تولید شده را، در چک لیست‌های استاندارد در نظر گرفته شده برای این منظور قید کند. چک لیست تکمیل شده باید در اختیار گروه نصب و کنترل کننده اجرا قرار گیرد. اطلاعات فنی ارائه و چاپ شده روی پنجره باید حاوی مواردی باشد که توسط گروه طراح تعیین گردیده است. در ضمن، تولیدکننده موظف است ملاحظات فنی لازم در خصوص اقدامات نصب را کتباً به گروه نصب اعلام کند.

### ۱-۲-۳-۳-۲ تحویل پنجره تولید شده به شرکت حمل

محل تحویل پنجره و شیشه ساخته شده در کارخانه تولیدکننده می‌باشد. پیش از حمل و جابجایی پنجره، سازنده پنجره باید با تمهیدات لازم، نظیر بسته بندی مناسب، به صورتی که مورد قبول شرکت حمل باشد، از آسیب دیدن محصول جلوگیری کند.

### ۱-۳-۳-۳-۳ تعهدات شرکت حمل

تعهدات شرکت حمل پنجره شامل موارد زیر است:

### ۱-۳-۳-۳-۱ انبار کردن پنجره‌ها در پای کار

کارفرما باید ملاحظات لازم تعیین شده در بند ۳-۲ در خصوص انبار کردن پنجره‌ها در پای کار را در نظر بگیرد.

### ۱-۲-۳-۳-۳-۲ تحویل دادن پنجره‌های حمل شده به گروه نصب

در تمامی شرایط، در صورتی که پنجره و شیشه با یا بدون بسته بندی حمل و جابجا شوند، شرکت حمل مسئولیت تحویل محصولات، بدون آسیب دیدگی، به گروه نصب را عهده دار خواهد بود. اطلاعات تکمیلی در این زمینه در بند ۳-۲ ارائه شده است. شرکت حمل باید هماهنگی‌های لازم را، برای تحویل پنجره‌ها به گروه نصب انجام دهد. در صورتی که عدم انطباق یا آسیب دیدگی در محصولات حمل شده وجود داشته باشد، شرکت حمل مسئولیت رفع مشکل و جایگزینی محصولات نامنتطبق یا آسیب دیده را برعهده خواهد داشت. در مواردی که پنجره‌ها و شیشه‌ها به صورت جداگانه به گروه نصب تحویل داده می‌شود، باید در قرارداد مشخص شده باشد که مسئولیت کارگذاشتن شیشه در پنجره بر عهده سازنده پنجره است یا گروه نصب.

### ۱-۳-۳-۴-۴ تعهدات گروه نصب پنجره

تعهدات گروه نصب پنجره شامل موارد زیر است:

### ۱-۳-۳-۴-۱ کنترل انطباق پنجره با چک لیست مشخصات فنی

گروه نصب باید در زمان تحویل گرفتن پنجره کنترل‌های لازم را برای حصول اطمینان از انطباق پنجره با چک لیست مشخصات فنی را انجام دهد. بدیهی است در صورتی که عدم انطباق‌ها در زمان تحویل گرفتن اعلام نشود، این امر به منزله قبول وضع موجود خواهد بود.

### ۱-۳-۳-۴-۲ امکان سنجی نصب

امکان سنجی نصب باید توسط گروه نصب، با حصول اطمینان از انطباق شرایط موجود با انتظارات تعیین شده در چک لیست مشخصات فنی، که توسط گروه طراح تهیه شده است، صورت گیرد.

### انطباق مصالح و روش به کار رفته برای ساخت دیوار با طراحی:

با توجه به این نکته که جزئیات نصب پنجره به مصالح و روش به کار رفته برای ساخت دیوار وابسته است، لازم است گروه نصب از انطباق روش نصب با مشخصات دیوار اطمینان حاصل کند، اطلاعات تکمیلی در این زمینه در ادامه ارائه شده است. اعلام پیش نیازها و اقدامات لازم برای آماده سازی پیش قاب