

پنجره ها در ساختمان

پنجره ها از مهمترین اجزای ساختمان هستند. پنجره تامین کننده نور، گرما و زیبایی در ساختمان می باشد و همچنین می توان با باز و بسته کردن پنجره به محیط بیرونی دسترسی داشت و ضمن تصفیه مناسب، هوای مطلوبی بدست آورد. البته اگر پنجره بطور صحیح ساخته و بکار گرفته نشود و یا در طراحی ساختمان دیدگاه های انرژی رعایت نشود و پنجره در موقعیت مناسب قرار نگیرد، عامل اصلی افت حرارتی و برودتی در فصول سرد و گرم سال می شود.

از نظر میزان مصرف انرژی پنجره ای که مقاومت حرارتی آن بیشتر باشد مناسبتر است و بطور کمی میزان مقاومت حرارتی پنجره به عوامل زیر بستگی دارد

1- نوع شیشه مورد استفاده (شیشه، پلاستیک، شیشه های با ضریب صدور انرژی پایین و شیشه های هوشمند)

2- تعداد لایه های شیشه موجود در پنجره (شیشه تک جداره، دو جداره و . . .)

3- ضخامت لایه هوایی ایجاد شده بین دو شیشه

4- مقاومت حرارتی یا ضریب هدایتی قاب پنجره

5- درزبندی و هوابندی در هنگام نصب

هر یک از پارامترهای فوق نیز وابسته به مواد تشکیل دهنده، پنجره و کیفیت ساخت آن می باشد.

پارامترهای اساسی جهت دسته بندی پنجره ها از نظر کارایی انرژی :

نرخ نشت هوا (Air Leakage)

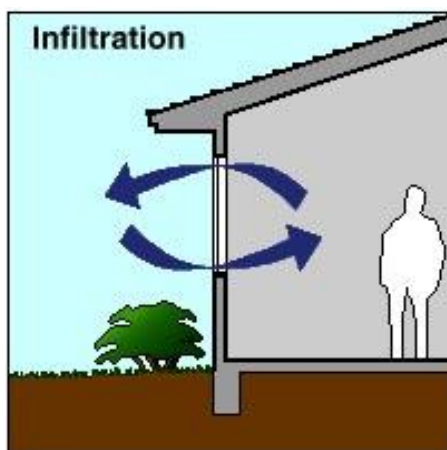
ضریب عبور نور (Visible Transmittance)

ضریب گرمای ورودی تابش خورشید (Solar Heat Gain Coefficient)

ضریب انتقال حرارتی کلی (U-Factor)

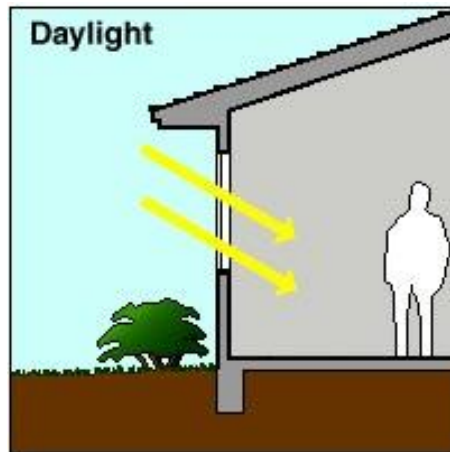
نرخ نشت هوا (Air Leakage):

اتلاف حرارتی و گرمای خورشید ورودی به ساختمان سبب جابجایی هوا از روزنه ها و درزهای موجود در قسمت های مختلف پنجره می شود. برای این منظور به منظور مقایسه کارایی پنجره ها از پارامتر نرخ نشت هوا (AL) استفاده می شود. AL کمتر بیانگر جابجایی کمتر هوا از میان درزهای پنجره می باشد.



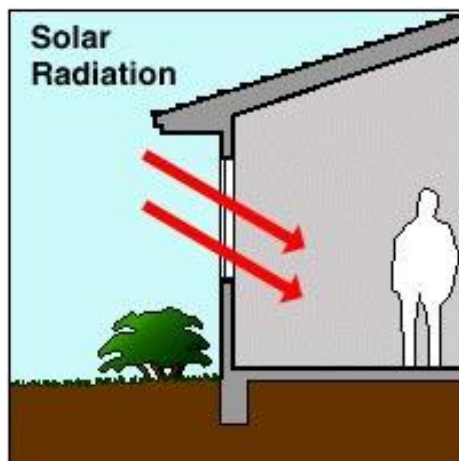
ضریب عبور نور (Visible Transmittance):

ضریب عبور نور به خصوصیات اپتیکی لایه شیشه مورد استفاده در پنجره بستگی دارد و ضریب عبور نور بیشتر در پنجره بیانگر عبور نور مرئی در طول روز می باشد. پنجره های با عبور نور بیشتر به منظور دید بهتر و حداکثر استفاده از روشنایی در طول روز مناسبتر می باشد.



ضریب گرمای ورودی تابش خورشید (Solar Heat Gain Coefficient):

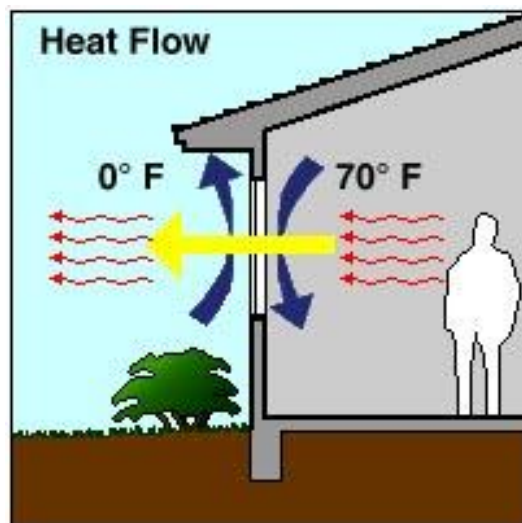
ضریب گرمای ورودی تابش خورشید (SHGC) بیانگر بخشی از انرژی گرمایی تابش مستقیم خورشید است که از میان پنجره عبور می کند و وارد اتاق می شود و یا در شیشه جذب می شود و سپس به اتاق انتقال می یابد. SHGC کمتر، بیانگر ورود گرمای کمتر خورشید به داخل ساختمان است.



ضریب انتقال حرارتی کلی (U-Factor):

افت حرارتی از پنجره با ضریب انتقال حرارت کلی پنجره بیان می شود. مقدار عایق بودن پنجره در برابر عبور گرما با ضریب عایق حرارتی (R-Value) بیان می شود که ضریب عایق حرارتی عکس

ضریب انتقال حرارت می باشد. ضریب عایق حرارتی بزرگتر در پنجره ها بیانگر تبادل حرارت کمتر میان اتاق و محیط بیرون از طریق پنجره می باشد.



انواع پنجره ها :

- انواع پنجره از نظر نوع قاب
- انواع پنجره از نظر نوع شیشه
- انواع پنجره از نظر نحوه عملکرد
- انواع پنجره از نظر فن آوری

انواع پنجره از نظر نوع قاب :

با پیشرفت صنعت ساختمان، پنجره با قابهای متعددی تولید می شود که مهمترین آنها به شرح زیر می باشد.

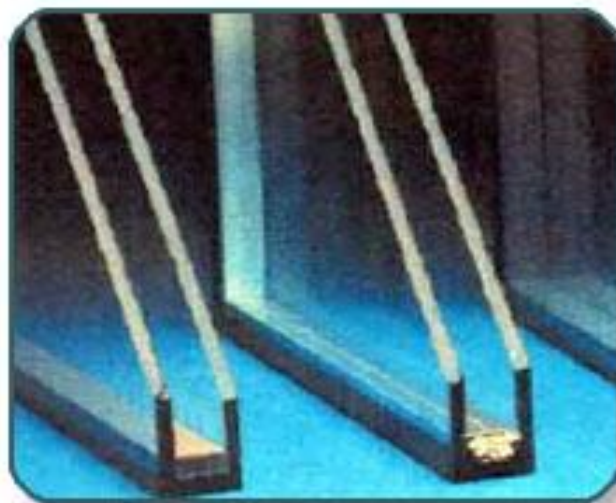
- 1) پنجره با قاب آلومینیومی
- 2) پنجره با قاب آلومینیومی ترمال بریک

- (3) پنجره با قاب فیبرگلاس
- (4) پنجره با قاب ترکیبی و کامپوزیتیج
- (5) پنجره با قاب چوبی
- (6) پنجره با قاب و پنلی (PVC)
- (7) پنجره با قاب و پنلی عایق شده

انواع پنجره از نظر نوع شیشه :

پنجره ها با توجه به نوع شیشه و تعداد لایه های شیشه به صورت زیر تقسیم می شوند.

- (1) پنجره تک جداره با شیشه شفاف ساده
- (2) پنجره تک جداره با شیشه دودی و یا برنزی
- (3) پنجره دو جداره با شیشه شفاف ساده
- (4) پنجره دو جداره با شیشه دودی و یا برنزی
- (5) پنجره های دو جداره با پوشش های خاص شیشه جاذب گرمای خورشید (Selective Surface)
- (6) پنجره دو جداره با شیشه های با ضریب صدور پایین (Low-E)
- (7) پنجره های دو جداره با شیشه های ترکیبی (جاذب گرمای خورشید و ضریب صدور پایین)
- (8) پنجره های سه جداره با شیشه های ترکیبی



انواع پنجره از نظر نحوه عملکرد :

پنجره ها از نظر نوع کاربری در ساختمان به صورت زیر دسته بندی می شوند:

- 1) پنجره های ثابت
- 2) پنجره های لولایی قائم (بازشو به سمت بیرون و داخل)
- 3) پنجره های لولایی افقی (بازشو به سمت بیرون و داخل)
- 4) پنجره های کشویی قائم
- 5) پنجره های کشویی افقی

انواع پنجره از نظر فن آوری :

پنجره ها از نظر فن آوری ساخت به منظور بهبود کارایی و کاهش افت حرارتی به صورت زیر دسته بندی می شوند:

- 1) پنجره هایی که لایه بین دو شیشه با گازهای خنثی پر شده است
- 2) پنجره هایی که در آنها از اسپیسرهایی (Spacer) با ضریب انتقال حرارت هدایتی پائینی استفاده شده است
- 3) پنجره ها با پوشش شیشه Low-E و انتخاب طیفی
- 4) پنجره های هوشمند

صرفه جویی انرژی در پنجره ها :

پنجره ها از نظر صرفه جویی انرژی نقش حساسی دارند، چرا که حدود 30٪ از کل تلفات حرارتی ساختمان از پنجره ها صورت می گیرد. به همین دلیل پنجره هایی که در جای خوبی نصب نشده اند یا خوب محافظت نمی شوند، می توانند هزینه سوخت را بسیار بالا ببرند.

اگر تصمیم دارید ساخت ساختمان جدیدی را شروع کنید، با یک مشاور آشنا به اصول صرفه جویی تماس بگیرید. اما اگر می خواهید ساختمان موجود خود را بهینه سازی کنید و از هزینه های خود بکاهید، این بروشور می تواند راهنمای خوبی برای شما باشد.

صرفه جویی انرژی در پنجره ها

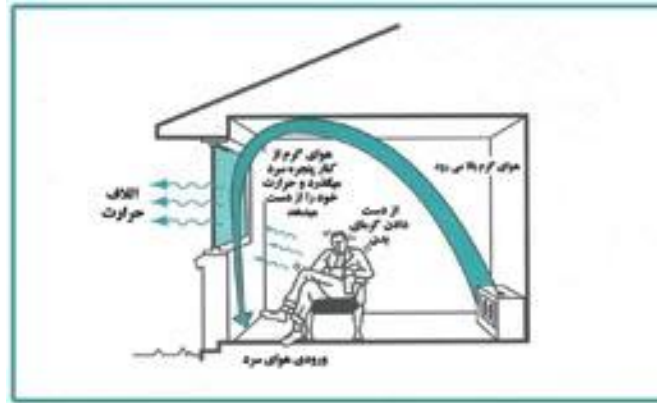


جلوگیری از تلفات حرارتی پنجره ها :

یک پنجره با شیشه تک جداره تقریباً 10 برابر یک دیوار عایکاری شده هم اندازه خود تلفات حرارتی دارد. چنین پنجره ای سه مشکل عمده ایجاد می کند: بالا بودن تلفات حرارت، فراهم نشدن آسایش ساکنین، بخار گرفتن پنجره ها (شکل 1) برای کاستن از مشکلات ناشی از پنجره ها، می توان از راه های مختلف یک لایه هوای ساکن بین محیط داخل و خارج ایجاد کرد. با انجام این کار تلفات حرارتی پنجره به نصف کاهش می یابد. برای ایجاد این لایه هوا راه های مختلفی وجود دارد.

دو جداره کردن

پوشش های شفاف



اتلاف حرارت از طریق پنجره

دو جداره کردن شیشه هر پنجره ای باعث بالا رفتن کارایی آن می شود، به ویژه پنجره هایی که پرده ای روی آنها نصب نشده است.

پنجره دو جداره، دارای دو شیشه می باشد که بین آنها یک فضای کاملاً درزبندی شده قرار گرفته است. این فاصله معمولاً بین 6 تا 20 میلیمتر است.

اگر این فاصله هوایی 15 میلیمتر انتخاب شود، بهترین کارایی بدست می آید. دو جداره کردن پنجره با وجود اتلاف حرارت را کاهش می دهد، جلوی ورود نور و گرمای خورشید را نمی گیرد. بنابراین در فصول گرم سال برای کاهش ورود گرما به داخل ساختمان باید جلوی تابش مستقیم خورشید به پنجره را گرفت.

در کنار اینها، دو جداره کردن پنجره ها باعث کم شدن ورود سر و صدا به داخل ساختمان می شود و نیز بخارگیری پنجره ها در فصول سرد سال کاهش می یابد.

برای دو جداره کردن پنجره یک جداره موجود می توان یک لایه دیگر از شیشه یا اکریلیک شفاف دیگر روی آن نصب کرد و فضای بین آنها را کاملاً درزبندی کرد. در این فضا باید مقداری ماده جاذب رطوبت قرار داد تا رطوبت این فضا را کاملاً بگیرد.

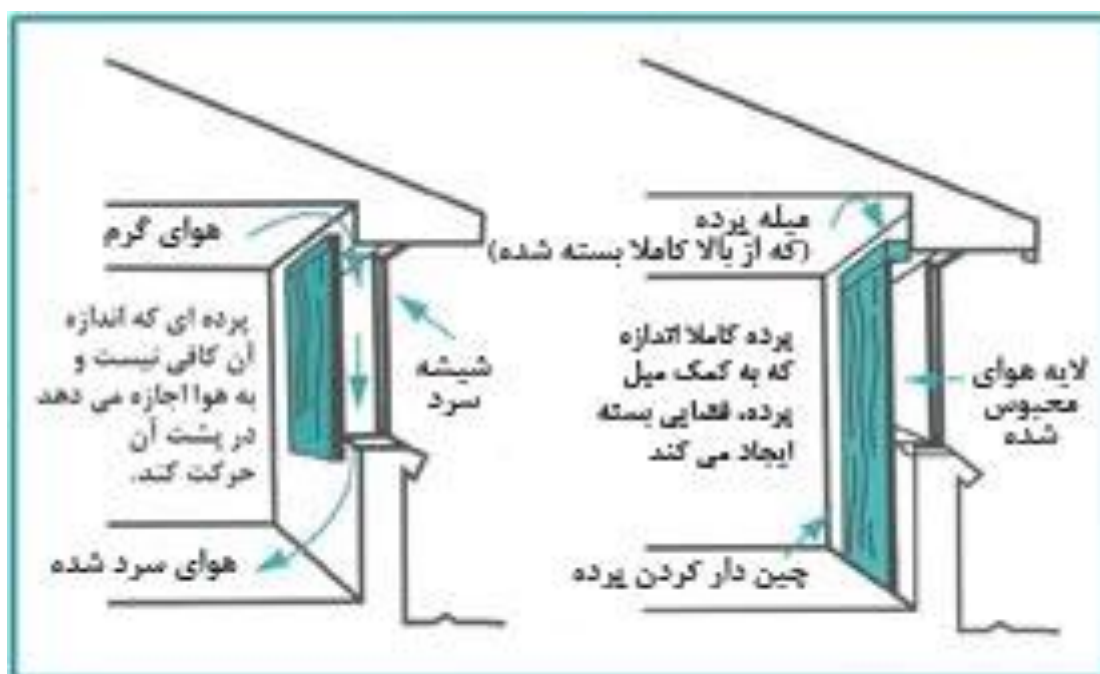
پر کردن با گاز:

در برخی از پنجره های دو جداره، فضای میانی را با گازهایی مانند آرگون و کریپتون پر می کنند تا کارایی آنها حدود 10٪ افزایش یابد.

عایق های ویژه پنجره:

این عایق‌ها را که به شکل برچسب‌های شفاف ساخته می‌شوند به راحتی می‌توان بر روی شیشه پنجره‌ها چسباند و بخشی از خواص پنجره‌های دو جداره را در آن‌ها به وجود آورد. این برچسب‌ها باعث می‌شوند ورود گرما در تابستان تا 80٪ کاهش یابد. علاوه بر این انواع کم تابش این محصولات (Low-E) قادرند تلفات حرارتی زمستانی را نیز تا 30٪ کاهش دهند.

این عایق‌ها از نظر قیمت با پنجره‌های دو جداره قابل رقابت هستند. به ویژه در ساختمان‌های دو جداره قابل رقابت هستند. به ویژه در ساختمان‌های موجود که تعویض پنجره‌ها با پنجره‌های دو جداره هزینه زیادی به همراه خواهد داشت.



مزایای استفاده از پوشش درونی پنجره‌ها

انواع شیشه :

شیشه های مات و رنگی :

شیشه های مات و رنگی برای کنترل نور و انرژی در ساختمان استفاده می شوند. برای تولید این شیشه ها معمولاً ترکیبات اضافی به مواد اولیه شیشه قبل از مرحله ذوب اضافه کنید. این ترکیبات موادی مانند کبالت، نیکل برای شیشه های دودی، اکسید آهن برای شیشه های آبی، اکسید آهن برای شیشه های زرد و سبز می باشند.

شیشه های با پوشش سطحی :

به منظور کاهش اتلاف انرژی از پنجره و یا جلوگیری از ورود تشعشعات ماورای بنفش و مادون قرمز پوشش های انتخاب طیفی بر روی سطح شیشه نشانده می شود. این پوشش ها با توجه به نوع کاربری بر سطح داخلی و یا خارجی شیشه قرار میگیرند که سبب بازتاب حرارت داخلی ساع شده از ساختمان به درون ساختمان و یا انعکاس امواج نورانی مادون قرمز و ماورای بنفش می شوند. برای ایجاد پوشش بر روی شیشه در خط تولید شیشه های فلوت هنگامی که شیشه وارد حوضچه قلع مذاب شده و به آرامی سرد می گردد در زمانی که دمای آن به حدود 600 درجه سانتیگراد می رسد، مواد ویژه ای به صورت بخار بر روی حوضچه قرار می گیرند و سرد شدن شیشه سبب می شود تا یک لایه میکروسکوپی از مواد بر روی شیشه ایجاد شود.

روش دیگر ایجاد پوشش بر روی شیشه بعد از تولید نهایی شیشه انجام می شود که به روس اسپاترینگ (Sputtering) انجام می شود. در این روش شیشه توسط ماده مورد نظر برای ایجاد یک لایه نازک بمباران اتمی می شود.



شیشه‌های پوشش دار، کنترل کننده انرژی (Low-E):

(نسل جدید شیشه در خدمت صرفه جویی مصرف انرژی)

شیشه به عنوان یکی از مصالح پرمصرف ساختمان است که علاوه بر تامین نور داخل، ارتباط بصری با خارج ساختمان را امکان پذیر می سازد. اما با توجه به خاصیت عایقکاری کمی که دارد، همواره در فصل سرد و گرم سال مشکل ساز بوده است به همین دلیل است که در زمان‌های گذشته و حتی در حال از وسایل مختلفی نظیر سایه بان‌ها و پرده در تابستان جهت جلوگیری از ورود نور و گرمای شدید خورشید و در زمستان‌ها از پرده‌های ضخیم جهت جلوگیری از اتلاف گرمای داخل ساختمان استفاده می شود.



امروزه با پیشرفت تکنولوژی و پوشش دادن لایه‌های بسیار نازک روی شیشه البته با تجهیزات بسیار پیشرفته - شیشه‌هایی تولید می گردد که تا حد زیادی کاستی‌های شیشه معمولی را مخصوصاً در رابطه با اتلاف و کسب انرژی حرارتی خنثی می کند در عین حال تامین نور مرئی را که از خواص اصلی شیشه می باشد حفظ می نماید. امروزه در کنار بحث عایقکاری حرارتی در بخش‌های مختلف ساختمان، به استفاده از پنجره‌های دوجداره تاکید می گردد که دارای شیشه‌های معمولی هستند، در صورتی که استفاده از شیشه Low-E در یکی از جداره‌های پنجره دوجداره یا شیشه‌های لایه‌ای (Laminate)، باعث کاهش چشمگیری در تبادل انرژی ساختمان با فضای بیرون می گردد. شیشه‌های کنترل کننده انرژی یا Low-Emissivity که در فارسی به شیشه کم گسیل ترجمه شده است، شیشه‌ای است که انتقال حرارت بسیار کمتری نسبت به شیشه معمولی دارد و مانند یک عایق

حرارتی شفاف عمل می کند. از آنجا که مساحت زیادی از سطح جانبی ساختمان ها را شیشه تشکیل می دهد، استفاده از شیشه Low-E به جای شیشه معمولی، کمک بزرگی در کاهش مصرف انرژی ساختمان خواهد نمود. این نوع شیشه در انواع مختلف تولید می گردد. شکل ظاهری بعضی از آنها مشابه شیشه معمولی و بی رنگ است و نوع رنگی آن به Low-E-Sun مشهور است.

عملکرد شیشه Low-E

پارامترهای مورد نظر در ارزیابی شیشه های Low-E

انواع شیشه Low-E و کاربرد آنها

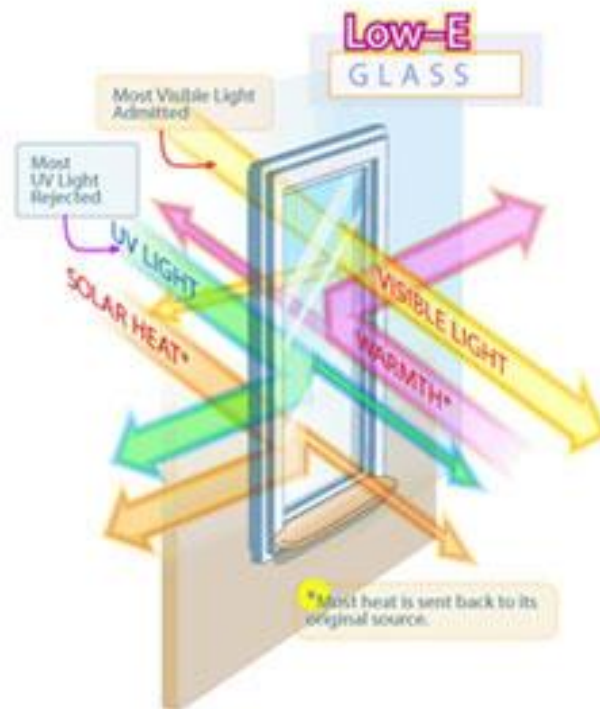
مقدار صرفه جویی انرژی با استفاده از شیشه های Low-E

مزایای استفاده از شیشه Low-E

عملکرد شیشه Low-E:

این نوع شیشه ها اجازه عبور بخش مرئی طیف نور خورشید را می دهند اما طیف حرارتی (امواج مادون قرمز) و امواج مضر (ماوراء بنفش) را منعکس و فیلتر می کنند.

این شیشه ها انتقال حرارت ناشی از اختلاف دما که ترکیبی از پدیده های هدایت، جابجایی و تابش است و در پارامتر U-Value نشان داده می شود را به مقدار زیادی کاهش می دهند و همچنین انتقال حرارت تابشی (کسب انرژی خورشید) را نیز تحت کنترل دارند که در پارامتر G-Value یا SHGC نشان داده می شود.



پارامترهای مورد نظر در ارزیابی شیشه‌های Low-E:

پارامترهایی که در انتخاب شیشه مهم هستند و باید به آن‌ها توجه نمود عبارتند از:

(1) عبور نور مرئی (Visible Transmittance):

VT درصد عبور نور از شیشه را نشان می‌دهد. این پارامتر در ارزیابی پنجره‌های کارآمد انرژی از نقطه نظر تامین نور ساختمان مفید است. مثلاً در مناطقی که نور خورشید کم است مسلماً باید از شیشه‌هایی استفاده کنیم که قابلیت عبور نور بیشتری داشته باشد و بالعکس در مناطقی که نور خورشید زیاد است برای جلوگیری از تابش شدید نور خورشید به داخل ساختمان باید از شیشه‌هایی که عبور نور کمتری دارند استفاده کرد. این مسئله در مورد پنجره‌های شمالی - جنوبی و شرقی - غربی هم صدق می‌کند، مثلاً شیشه پنجره‌ای که در ضلع شرقی یا غربی ساختمان است بهتر است دارای عبور نور کمتری باشد و شیشه مناسب برای پنجره‌های شمالی باید درصد عبور نور بیشتری داشته باشد، از مقایسه شیشه دوجداره و شیشه Low-E با یکدیگر می‌توان دریافت شیشه Low-E تغییر زیادی در عبور نور مرئی ایجاد نمی‌کند.

(2) UV:

این فاکتور مقدار عبور نور ماوراء بنفش خورشید را به داخل ساختمان نشان می‌دهد. بدیهی است به دلیل مضرات این اشعه هرچه مقدار آن کمتر باشد بهتر است.

3) ضریب انتقال حرارت (U-factor یا U-value):

پارامتری است که مقدار انتقال حرارت از هر جسم را نشان می‌دهد و برای بیان میزان عایقکاری شیشه نیز بکار می‌رود. بر حسب W/m^2C بیان می‌شود و شامل انتقال حرارت هدایتی، جابجایی و تابشی برای یک پنجره در شرایط محیطی مشخص می‌باشد. ضریب انتقال حرارت هرچه کوچک‌تر باشد به معنی انتقال حرارت کمتر و در نتیجه عایقکاری بیشتر است.

شیشه تک جداره ساده شیشه دوجداره ساده شیشه دوجداره

ضریب انتقال

حرارت W/m^2C 6 2.5 الی 3 1.1 الی 1.3

4) ضریب کسب حرارت خورشیدی (SHGC): در بعضی متون به G-value مشهور است. بیان‌کننده عبور حرارت و انرژی خورشید از شیشه می‌باشد. بدون توجه به دمای خارج، حرارت می‌تواند از میان شیشه به وسیله تابش مستقیم یا غیرمستقیم خورشید (به صورت انعکاس از زمین یا سطوح دیگر) نیز کسب شود.

بعضی از تابش‌ها مستقیماً از میان شیشه عبور می‌کنند و برخی دیگر ممکن است جذب شیشه شده و سپس به صورت غیر مستقیم وارد فضای ساختمان شوند. SHGC به صورت عددی مابین 0 و 1 است. SHGC کمتر یعنی حرارت خورشیدی کمتری از پنجره عبور می‌کند و برعکس. علیرغم اینکه کاهش تابش نور خورشید از درون پنجره در برخی از آب و هواها و در بعضی فصول به نفع ماست، اما در فصل زمستان ماگزیم بودن کسب حرارت خورشیدی می‌تواند بسیار مفید باشد. به همین خاطر شیشه‌های Low-E در چندین نوع تولید می‌شوند که علیرغم اینکه همگی دارای U-value پایین هستند اما SHGC متفاوت دارند که این امر باعث عملکرد بهتر آنها در مناطق آب و هوایی متفاوت خواهد گردید.

انواع شیشه Low-E و کاربرد آنها:

برای انتخاب شیشه‌های Low-E مناسب برای هر منطقه آب و هوایی باید به دو پارامتر توجه کرد:

U-value (1)

SHGC (2)

U-value کم شیشه‌های Low-E باعث می‌شود که این شیشه‌ها عایق حرارتی خوبی باشند و تبادل حرارتی را از طریق هدایتی، جابجایی و تابشی کاهش دهند و اما شیشه‌های Low-E به خاطر تفاوت در کسب حرارت خورشیدی به چند دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از:

(1) شیشه Low-E با کسب حرارت خورشیدی بالا High-SHGC Low-E

این نوع Low-E، اتلاف حرارت را کاهش می‌دهند اما به حرارت خورشید اجازه عبور می‌دهند. در مناطقی که فصول سرد بیشتر از فصل‌های گرم هستند، پنجره‌هایی با این نوع شیشه‌ها مناسب‌ترند. عملکرد این شیشه‌ها در فصل زمستان بهتر از فصول دیگر است.

(2) شیشه Low-E با کسب حرارت خورشیدی متوسط Moderate-SHGC Low-E

این نوع شیشه‌ها اتلاف حرارت را کاهش می‌دهند و امکان کسب نور خورشید را در حد قابل قبولی فراهم می‌کنند، لذا برای هر دو منطقه سرد و گرم مناسبند.

(3) شیشه‌های Low-E با کسب حرارت خورشیدی پائین Low-SHGC Low-E

هوایی گرم هستند یا تابستان گرم‌تری دارند، ایده‌آل می‌باشند. شیشه‌های Low-E-Sun از این دسته‌اند که می‌توانند مانند شیشه رفلکس در رنگ‌های مختلف وجود داشته باشند و حتی می‌توانند مانند شیشه معمولی بدون رنگ باشند.

دو پارامتر مهم شیشه‌های کنترل‌کننده انرژی یعنی U-value و SHGC باعث می‌شود که این شیشه هم در تابستان و هم در زمستان عملکرد خوبی داشته باشد، در زمستان گرمای ساختمان را حفظ کرده اما اجازه عبور گرمای خورشید به ساختمان را بدهد و در تابستان از عبور گرما به داخل ساختمان جلوگیری کند.

مقدار صرفه‌جویی انرژی با استفاده از شیشه‌های Low-E:

استفاده از شیشه‌های کنترل‌کننده انرژی که مقدار U-value آن بسیار کمتر از شیشه تک جداره معمولی است باعث صرفه‌جویی بیشتر انرژی می‌گردد. فرض کنید در زمستان دمای بیرون صفر درجه سانتیگراد است و می‌خواهید دمای ساختمان را 21 درجه حفظ نمائید. اگر پنجره شما شیشه 4 میلیمتر تک جداره معمولی باشد که مقدار U-value آن 6 است، به ازای هر مترمربع شیشه، شما به $W 126=6*21$ در ساعت انرژی حرارتی نیاز دارید. در مورد شیشه دوجداره معمولی که مقدار U-value آن 3 است، $W 63=3*21$ انرژی حرارتی نیاز دارید در صورتی که در مورد شیشه Low-E که مقدار U-value آن 1/1 است، $W 1/23=1/1*21$ انرژی حرارتی نیاز است که 80٪ کمتر از شیشه معمولی می‌باشد. بنابراین در زمستان سوخت کمتر و در نتیجه هزینه کمتری جهت گرم نگه داشتن ساختمان مورد نیاز می‌باشد. این صرفه‌جویی می‌تواند برای فصول گرم نیز در نظر گرفته شود.

مزایای استفاده از شیشه Low-E:

- (1) آسایش حرارتی در زمستان
- (2) آسایش حرارتی در تابستان
- (3) کاهش هزینه سالانه انرژی
- (4) هزینه کمتر برای تاسیسات گرمایشی و سرمایشی
- (5) جلوگیری از ورود اشعه‌های مضر خورشید
- (6) تامین روشنایی مناسب برای ساختمان
- (7) کاهش هزینه مورد نیاز برای روشنایی
- (8) جلوگیری از بخار کردن شیشه در فصول سرد سال

Summer Months



Heat is Kept out

Winter Months



Heat is Kept in