

انتخاب پنجره های مناسب برای دستیابی به بهینه سازی مصرف انرژی

علیرضا شاکری نیا از شرکت صنایع شیشه خم اژدری

چکیده:

فن آوری های جدید برای پنجره ها امکان استفاده بهتر از انرژی و نیز پدید آوردن آسایش در محیط را افزایش داده و راهکارهای علمی بیشتری را در اختیار مصرف کنندگان پنجره ها قرار داده است. این مقاله که یک راهنمای انتخاب پنجره مناسب می باشد به دارندگان ساختمانها، معماران و سازندگان کمک می کند که از مزایا و امکانات جدید بازار در حال توسعه پنجره ها استفاده بیشتری نمایند. این راهنما دارای سه بخش می باشد. در بخش اول مشخصات مربوط به انرژی پنجره ها توضیح داده می شود. در بخش دوم نیز بحثی در مورد دسته بندی عملکرد پنجره ها از لحاظ انرژی آورده و در بخش سوم نیز یک چک لیست مناسب برای انتخاب پنجره آورده شده است.

خلاصه مطالب مورد بحث در مقاله:

در این مقاله در ابتدا انتقال انرژی خورشیدی توسط شیشه ها مورد بررسی قرار گرفته و عوامل مختلف کاهش این انتقال که مربوط به تعداد جداره ها، نوع فریم و نیز نوع فاصل (اسپیسر) قرار گرفته بین دو شیشه و همچنین نوع شیشه و نوع گاز میان شیشه های چندجداره می باشد توضیح داده شده است و در جدولی بصورت عددی میزان هدایت حرارتی انواع محصولات شیشه ای تک جداره و دوجداره و سه جداره با انواع فریمهای پلاستیکی، چوبی و فلزی (با سد حرارتی THERMAL BREAK) و نیز بدون آن (آن آورده شده است).

در ادامه ماهیت فرآیند نشست رطوبت بر روی شیشه (CONDENSATION) و اثر فاکتورهای مختلف (دمای داخل و بیرون، درصد رطوبت نسبی و نوع شیشه) بر روی این پدیده بررسی شده است. در بخش بعدی توصیه هایی برای انتخاب میزان هدایت حرارتی پنجره ها بیان شده است.

در ادامه اثر تابش نور خورشید بر گرمایش و سرمایش ساختمان مورد بحث قرار گرفته است. در این بخش در نموداری میزان ورود انرژی خورشیدی به ساختمان در فصول مختلف و بر حسب جهت قرار گرفتن پنجره (شمال، جنوب، شرق، غرب) آورده شده است. همچنین در این بخش ضریب بدست آوردن انرژی خورشیدی توضیح داده شده است و عوامل مؤثر بر آن (مانند رنگ و نوع شیشه و نیز انواع پوششهای LOW-E) بررسی شده است. در جدولی در این بخش برای انواع شیشه های دوجداره و تک جداره با رنگهای مختلف و انواع پوششهای LOW-E میزان عبور نور مرئی به همراه ضریب بدست آوردن انرژی خورشید آورده شده است. در ادامه در مورد اثر نور ماوراء بنفش خورشید بر روی تجهیزات ساختمان و نحوه کنترل آن توسط پنجره مطالبی بیان شده است.

بعد از این بحث برخی توصیه ها برای کنترل نور خورشید توسط پنجره در شرائط مختلف آب و هوایی آورده شده است. در ادامه اثر جریان هوا از پنجره (بصورت اختیاری با باز کردن پنجره و یا بصورت غیر اختیاری) بر روی مصرف انرژی و چگونگی کنترل آن مورد بحث قرار گرفته است و چندین توصیه در این مورد آورده شده است.

در بخش بعدی برچسب های انرژی مورد استفاده برای پنجره ها و دلیل استفاده از آنها و چگونگی بدست آوردن اعداد مربوط به این برچسبها توضیح داده شده است و بطور مفصل برچسب انرژی NFRC (کمیته ملی درجه بندی پنجره ها) شرح داده شده است.

در ادامه یک چک لیست کامل شامل فاکتورهای میزان عایقیت حرارتی، کنترل نور خورشید و اشعه ماوراء بنفش، مشاهده از پشت پنجره و نور روزانه، تهویه مناسب، کنترل سر و صدا، ایمنی و امنیت، نگهداری و دوام، نصب و موارد اقتصادی برای انتخاب پنجره مناسب آورده شده است.

در انتهای مقاله نیز برخی لغات مربوط به انرژی و پنجره به همراه توضیحات کافی در مورد هر یک آورده شده است.

قابل ذکر است که مطالب مقاله فوق از یک مقاله مربوط به سازمان انرژی آمریکا با عنوان:

SELECTING RIGHT WINDOW FOR ENERGY EFFICIENCY

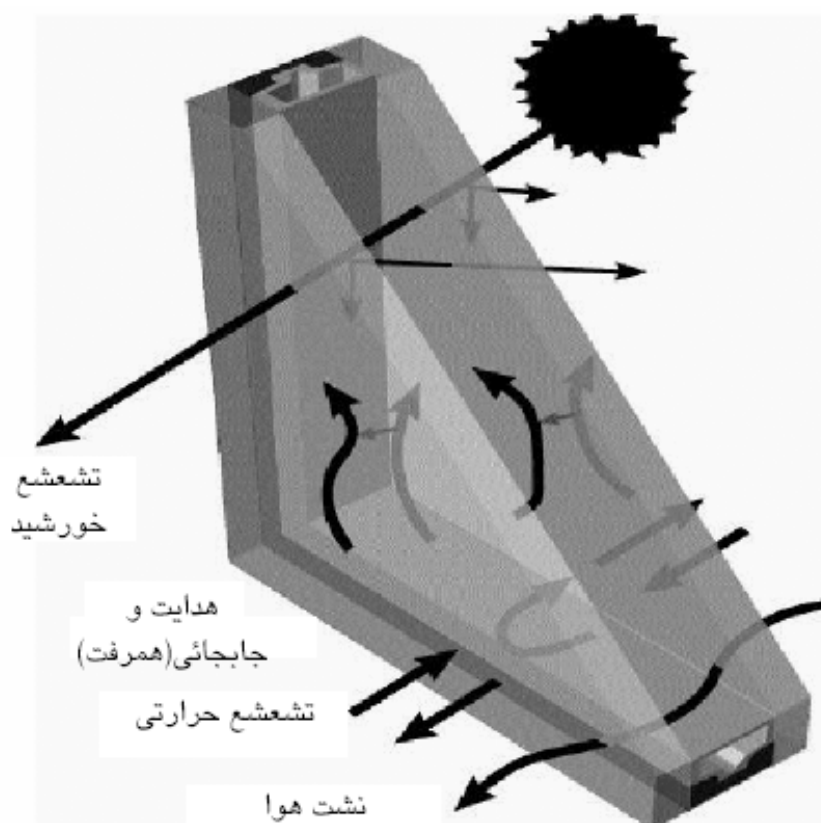
برگرفته شده است و این مقاله از اینترنت و سایت مربوطه گرفته شده است و در صورت نیاز اصل آن قابل عرضه خواهد بود.

نکته: با توجه به طولانی بودن مقاله در صورت درخواست می توانم بعضی از قسمتهای آن را حذف یا خلاصه نمایم.

انتخاب پنجره مناسب برای یک ساختمان ناگزیر نیازمند توازن برقرار کردن میان جنبه های مختلف عملکرد پنجره از لحاظ انرژی و نیز جنبه های غیر مربوط به انرژی می باشد. بنابر این فهم برخی مفاهیم اساسی انرژی برای انتخاب پنجره و یا نورگیر مربوط به کارکرد خاص ، ضروری می باشد. همانطور که در شکل شماره یک نشان داده شده است عبور انرژی از پنجره از سه طریق اصلی صورت می گیرد :

۱- بدست آوردن و از دست دادن انرژی غیر خورشیدی بصورتهای رسانایی ، جابجایی و تابش

۲- بدست آوردن گرمای خورشید بصورت تشعشع



شکل یک - راههای مختلف عبور انرژی از پنجره

۳- جریان هوا هم بصورت ارادی (تهویه^۱) و هم بصورت غیر ارادی (نفوذ^۲)

^۱- ventilation

^۲- infiltration

میزان عایق بودن

جریان حرارت غیر خورشیدی از پنجره نتیجه اختلاف دمای میان محیط خارج و داخل می باشد. در فصول سرما پنجره ها گرما را از داخل به بیرون ساختمان انتقال داده در فصول گرم نیز گرما را از بیرون به داخل ساختمان وارد می نمایند و بدین طریق مقدار انرژی مورد نیاز برای ساختمان را افزایش می دهند. بعلا آنکه در بیشتر مناطق ایالات متحده آمریکا اختلاف دمای داخل و خارج ساختمان در فصول سرد بیشتر از فصول گرم بوده، اثرات جریان حرارت غیر خورشیدی از پنجره در فصول سرد دارای اهمیت بیشتری میباشد. مستقل از نوع پنجره، هر چه که اختلاف دمای داخل و خارج ساختمان بیشتر باشد، سرعت جریان حرارت از پنجره بیشتر خواهد بود.

ضریب هدایت حرارتی (فاکتور U)^۱ اندازه سرعت جریان حرارت غیر خورشیدی از یک پنجره و یا نورگیر می باشد. (مقاومت حرارتی (فاکتور R)^۲ نیز میزان مقاومت یک پنجره و یا نورگیر در برابر جریان حرارت غیر خورشیدی است و معکوس فاکتور U می باشد.) هر چه که ضریب هدایت حرارتی بیشتر باشد (و یا اینکه مقاومت حرارتی کمتر باشد) میزان جریان عبور حرارت بیشتر خواهد بود. ضریبهای هدایت حرارتی به مصرف کنندگان این اجازه را می دهد که میزان عایق بودن انواع پنجره ها و نورگیر ها را با یکدیگر مقایسه نمایند.

میزان عایق بودن یک پنجره تک جداره عمدتاً ناشی از فیلمهای نازک هوای ساکن در سطح داخلی شیشه و هوای در حال جریان در سطح خارجی شیشه می باشد. شیشه به تنهایی مقاومت زیادی در برابر جریان حرارت ندارد. ورقهای شیشه اضافه شونده به علت پدید آوردن فضاهای هوای ساکن (که منجر به افزایش میزان عایق بودن می شوند) اثر قابل توجهی بر کاهش ضریب هدایت حرارتی مربوط به پنجره میگذارند.

بسیاری از سازندگان در کنار ارائه شیشه های دوجداره سنتی، از تکنولوژی های نسبتاً جدید برای کمک به کاهش ضریب هدایت حرارتی بهره می گیرند. این تکنولوژی ها شامل شیشه های با پوششهای تشعشع پائین^۳ و نیز پر کردن با گاز می باشند.

پوشش تشعشع پائین چندلایه پوشش فلزی و یا اکسید فلزی نامرئی و بسیار نازک و میکروسکوپی می باشد که بر روی سطح شیشه نشانده می شود. این پوشش بر روی یک یا بیشتر از یک سطح داخلی شیشه چند جداره و یا بر روی یک فیلم نازک پلاستیکی که بین دو شیشه قرار داده می شود اعمال می گردد.

^۱ - U-factor

^۲ - R-value

^۳ - Low-e (Low emmisivity) coating

این پوشش با انعکاس حرارت به داخل ساختمان در فصول سرما و انعکاس حرارت به خارج در فصول گرما میزان جریان حرارت عبور یافته از ورقه های شیشه بصورت تابش را کاهش میدهد و با استفاده از این پدیده میزان عایق بودن پنجره افزایش می یابد. امروزه اکثر سازندگان پنجره ها ، پنجره ها و نورگیرهای با پوشش تشعشع پائین را عرضه می دارند.

فضای میان صفحات شیشه ای پنجره می تواند با استفاده از گازهایی که عایق تر از هوا می باشند پر گردد. آرگون ، کریپتون ، هگزا فلئورید سولفور و دی اکسید کربن از گازهایی می باشند که برای دستیابی به این هدف مورد استفاده قرار می گیرند. افزودن گاز فقط چند دلار به قیمت اکثر پنجره ها و نورگیر ها می افزاید. استفاده از این گازها در زمانی که به همراه پوشش های تشعشع پائین استفاده شوند بسیار مؤثرتر خواهد بود. به همین دلایل برخی سازندگان ، محصولات پر شده از گاز استاندارد خود را بصورت پنجره ها و نورگیر های دارای پوشش تشعشع پائین می سازند.

میزان عایق بودن کل یک پنجره می تواند بسیار متفاوت از میزان عایق بودن خود شیشه بتنهائی باشد. ضریب هدایت حرارتی کل بدنه یک پنجره شامل اثرات شیشه ، فریم ، و نوع اسپیسر (در شیشه های چند جداره) می باشد. (میله فاصل و یا اسپیسر جزئی از یک پنجره می باشد که بین ورقه های شیشه جدایی می افکند. غالباً اسپیسرها میزان عایق بودن را در لبه های شیشه کاهش می دهند). از آنجایی که پنجره تک جداره با یک فریم فلزی دارای ضریب هدایت حرارتی کلی تقریباً برابر با شیشه به تنهایی می باشد ، قبل از آنکه پنجره ها و نورگیرهای چند لایه و تشعشع پائین و پر شده از گاز بطور گسترده ای مورد استفاده قرار بگیرند ، اثرات نوع فریم و اسپیسر چندان مورد توجه نبود.

با رشد اخیر گزینه های مربوط به بهبود حرارتی شیشه ها که توسط سازندگان ارائه می شود ، اکنون خواص فریم و اسپیسر می تواند دارای اثر قطعی و قابل توجهی بر روی ضریب هدایت حرارتی مربوط به پنجره ها و نورگیرها بگذارد. در نتیجه از آنجایی که سازندگان طراحی های بهبود یافته ای را در این زمینه ارائه می نمایند ، گزینه های مربوط به انتخاب فریم و اسپیسر چندین برابر شده است.

فریمهای پنجره ها می تواند از آلومینیوم ، فولاد ، چوب ، وینیل فایبر گلاس و یا ترکیبی از این مواد ساخته شده باشد. فریمهای چوبی ، فایبرگلاسی و وینیلی از فریمهای فلزی بیشتر عایق می باشند. برخی فریمهای آلومینیومی بگونه ای طراحی شده اند که یک سد حرارتی^۱ از جنس ماده غیر فلزی (که باعث کاهش عبور حرارت از فریم می گردد) در درون آنها قرار گرفته است. فریمهای آلومینیومی دارای سد حرارتی می توانند به میزان قابل توجهی در برابر جریان حرارت نسبت به فریمهای آلومینیومی بدون سد حرارتی مقاومت نمایند. فریمهای ترکیبی که از دو یا چند نوع ماده ساخته شده اند (بعنوان مثال فریم های چوبی تزئین شده با آلومینیوم و یا وینیل) بمنظور بهینه نمودن طراحی و عملکرد فریم ساخته شده

¹ - Thermal Break

اند غالباً عایق بودن آنها حد وسط میان عایق بود مواد سازنده می باشد. همانند اثر نوع ماده سازنده فریم، شکل هندسی آن نیز تا حد زیادی خواص مربوط به عملکرد حرارتی پنجره ها را تحت تأثیر قرار می دهد. اسپیسرها می توانند از آلومینیوم، فولاد، فایبرگلاس، فوم و یا ترکیبی از این مواد ساخته شده باشند. عملکرد حرارتی اسپیسرها تا حد زیادی تابع شکل هندسی آنها می باشد. بعنوان مثال برخی اسپیسرهای فلزی با طراحی مناسب دارای میزان عایق بودن برابر با فوم می باشند.

در جدول شماره یک ضرائب هدایت حرارتی انواع شیشه های پنجره باترکیب انواع شیشه ها، فریمها و اسپیسرها در شرائط مربوط به طراحی در زمستان آورده شده است. گنبدها و دیگر اشکال شیشه ای دارای سطوح غیر عمود بر سطح افق و نورگیرهای شیبدار و افقی بعلت جهت و نیز سطوح موثر بیشتر برای ورود نور خورشید^۱ بطور قابل توجهی دارای ضرائب هدایت حرارتی بالاتری نسبت به پنجره های عمودی ساخته شده از همان نوع شیشه و سطح باز می باشند.

ضریب هدایت حرارتی بر حسب (Btu/hr-ft ² -°F)			نوع شیشه
فریم آلومینیومی بدون سد حرارتی و اسپیسر معمولی	فریم آلومینیومی با سد حرارتی و اسپیسر معمولی	فریم وینیلی و یا چوبی با اسپیسر عایق	
۱/۳۰	۱/۰۷		تک جداره
۰/۸۱	۰/۶۲	۰/۴۸	دوجداره با اسپیسر ۱۲ میلیمتری پر شده از هوا
۰/۷	۰/۵۲	۰/۳۹	دوجداره با اسپیسر ۱۲ میلیمتری و یک ورق تشعشع پائین با ضریب تشعشع ۰/۴ پر شده از هوا
۰/۶۷	۰/۴۹	۰/۳۷	دوجداره با اسپیسر ۱۲ میلیمتری و یک ورق تشعشع پائین با ضریب تشعشع ۰/۸ پر شده از هوا
۰/۶۴	۰/۴۶	۰/۳۴	دوجداره با اسپیسر ۱۲ میلیمتری و یک ورق تشعشع پائین با ضریب تشعشع ۰/۸ پر شده از آرگون
۰/۵۳	۰/۳۶	۰/۲۳	سه جداره با اسپیسر ۱۲ میلیمتری و دو ورق تشعشع پائین با ضریب تشعشع ۰/۸ پر شده از آرگون

جدول یک - ضریب هدایت حرارتی انواع محصولات شیشه ای، اعداد جدول فوق برای شیشه با ابعاد ۳ در ۵ فوت مربع می باشند و با تغییر ابعاد شیشه ضریب هدایت حرارتی آن اندکی تغییر می کند.

^۱ greater projected surface area-

جلوگیری از میعان (بخارگرفتنی)^۱

هوا می تواند مقادیر متفاوتی از بخار آب و یا رطوبت را در خود نگاه دارد. هر چه که دمای هوا بیشتر باشد مقدار بیشتری از رطوبت را می تواند در خود نگه دارد. مقدار رطوبت در هوا بر حسب درصد رطوبت موجود نسبت به ماکزیمم رطوبتی که در یک دمای مشخص هوا میتواند در خود نگه دارد بیان می شود. بمنظور سلامتی و آسایش بیشتر ، هوای داخل ساختمان باید حاوی مقداری رطوبت باشد. در دمای معمولی اتاق عموماً رطوبت نسبی باید در محدوده ۳۰ تا ۴۰ درصد باشد.

با افزودن مقداری رطوبت به هوا و یا پائین آوردن دما می توان رطوبت نسبی هوا را افزایش داد. زمانی که رطوبت نسبی هوا به ۱۰۰ درصد برسد، دیگر نمی تواند مقدار بیشتری رطوبت را در خود نگاه دارد و آب شروع به میعان از هوا می نماید. دمایی که در آن این میعان اتفاق می افتد دمای شبنم (نقطه شبنم)^۲ هوا نامیده می شود.

زمانی که هوای حاوی رطوبت در تماس با سطوح سرد در ساختمان باشد ، هوا می تواند تا رسیدن به دمای شبنم خود سرد گردد که این مسئله به پیدایش میعان (نشستن رطوبت) بر روی این سطوح منجر گردد.

پنجره ها عامل بوجود آورنده میعان نمی باشند ، اما بطورتاریخی پنجره ها اولین و آشکارترین مناطقی از ساختمان بوده‌اند که میعان بر روی آنها رخ می دهد. این مسئله بدین خاطر است که پنجره ها عمده‌تاً دارای مقاومت حرارتی کمتری نسبت به دیوارها ، سقف و کف ساختمان می باشند و بنابر این دمای سطوح داخلی آنها معمولاً پائین تر از سطوح دیگر داخل ساختمان در هوای سرد می باشد. در صورتی که هوا به اندازه کافی حاوی رطوبت باشد ، زمانی که در تماس با سطوح سرد پنجره قرار می گیرد ، میعان در آن رخ می دهد.

میعان اکثراً بعنوان مشکل زمستان در آب و هواهای سرد در نظر گرفته میشود. به هر حال در آب و هواهای گرم و مرطوب ، رطوبت می تواند بر روی سطوح خارجی پنجره های با میزان عایق بودن پائین در یک ساختمان دارای تهویه مطبوع میعان نماید.

میعان می تواند به فریمهای پنجره‌ها ، آستانه پنجره^۳ و پرده های داخلی آسیب برساند (گرچه این مسئله تا کنون چک نگردید است). رطوبت میتواند به رنگهای اطراف محیط ، کاغذ دیواری ، گچ و مبلمان داخل نیز آسیب برساند. در شرائط حاد ، رطوبت می تواند به درون دیوارهای مجاور نفوذ نماید و به درزبندی و فریم ، آسیب برساند.

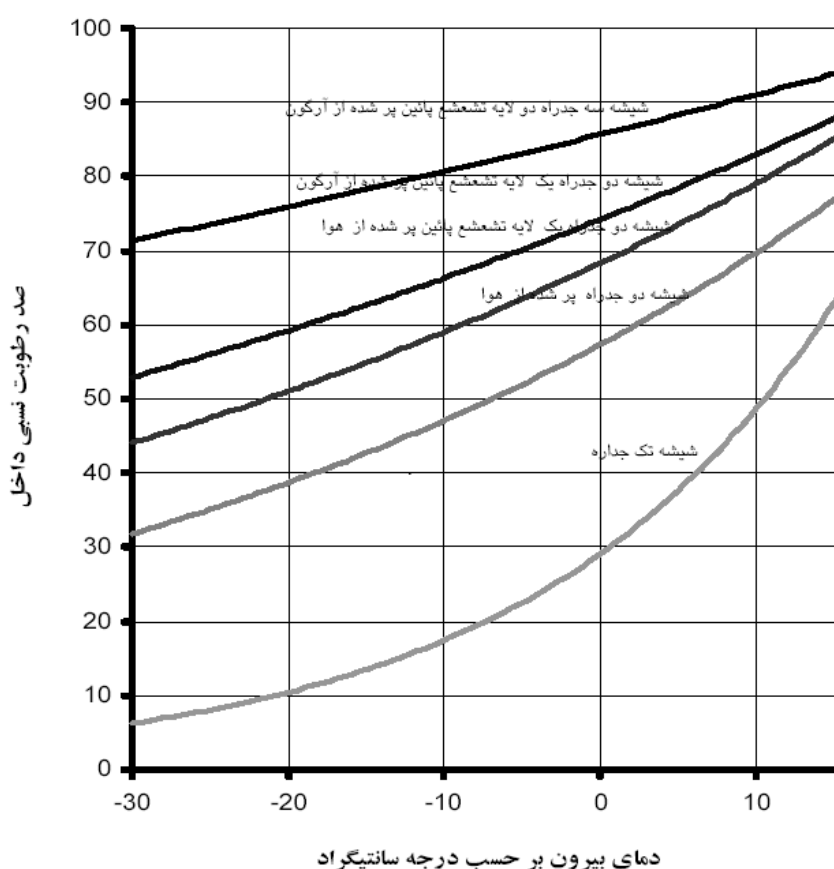
^۱ – Condensation

^۲ – Dew point

^۳ – Sill

در صورت وجود جریان هوای در تماس با پنجره ها به همراه استفاده از پنجره های با مقاومت حرارتی بیشتر، بعلاوه آنکه در شرائط هوای سرد دمای سطح داخلی شیشه بالاتر می ماند (نسبت به زمانی که شیشه های تک جداره و اسپیسرهای سنتی و یا فریمهای فلزی استفاده شود). احتمال رسیدن دمای هوا به دمای شبنم کمتر می گردد.

در شکل شماره ۲ برای پنج نوع شیشه با مقادیر ضرائب هدایت حرارتی بسیار متفاوت، شرائطی را که در آن شرائط میعان در مرکز شیشه رخ می دهد نشان داده شده است.



شکل دو- رابطه میان دمای بیرون و رطوبت محیط داخل در شرائط تشکیل شبنم (میعان) برای انواع مختلف شیشه. برای هر شیشه در شرائط محیطی بالای منحنی میعان رخ می دهد و در شرائط پائین نمودار بشرط وجود جریان هوا میعان رخ نخواهد داد. این اطلاعات بر اساس دمای داخل درجه سانتیگراد و سرعت باد ۱۵ مایل بر ساعت در محیط بیرون استخراج شده اند.

این نمودار بطور واضح نشان می دهد که با افزایش میزان عایق بودن شیشه، احتمال وقوع میعان در مرکز شیشه کاهش می یابد. حتی در شرایط دمایی -34°C درجه سانتیگراد در بیرون، قبل از وقوع میعان بر روی یک پنجره سه جداره همراه با دو پوشش تشعشع پائین که از گاز پر شده است، باید رطوبت

نسبی محیط داخل به بالای ۷۰ درصد برسد. به عبارت دیگر در دمای ۱۲- درجه سانتیگراد در بیرون از ساختمان، پدیده میعان بر روی یک شیشه تک جداره معمولی در رطوبت نسبی ۱۸ درصد رخ خواهد داد. به علت آنکه میزان عایق بودن پنجره‌ها در اطراف فریم واسپیسر کمتر می‌باشد، احتمال وقوع میعان در این نقاط بیشتر می‌باشد. با وجود انواع شیشه‌های عایق در دسترس، تلاش‌های انجام گرفته در جهت جلوگیری از میعان به سمتی سوق داده شده است که میزان عایق بودن فریم‌ها و اسپیسر‌ها بیشتر گردد.

توصیه‌هایی برای انتخاب ضریب هدایت حرارتی (فاکتور U) پنجره‌ها

در زمان خرید پنجره و یا نورگیر به این مسئله کاملاً توجه نمائید که ضریب هدایت حرارتی لیست شده توسط سازنده مربوط به شیشه به تنهایی و یا اینکه مربوط به کل پنجره می‌باشد. به علت اثرات مربوط به اسپیسر و فریم، در صورتی که ضریب هدایت حرارتی بیان شده مربوط به شیشه به تنهایی باشد، ممکن است که ضریب هدایت حرارتی کل پنجره بطور قابل توجهی بیشتر از ضریب هدایت حرارتی بیان شده برای پنجره به تنهایی باشد. با کاهش مجموع مساحت پنجره این اثرات کاهش می‌یابد. انواع مختلف پنجره‌ها را با استفاده از ضریب هدایت حرارتی کل که بهترین روش بدست آوردن آنها بر چسب‌های NFRC می‌باشد مقایسه نمائید. (به بخش برچسب‌ها و درجه بندی پنجره‌ها از لحاظ انرژی مراجعه شود). درجه بندی‌های جدید پنجره‌ها از لحاظ انرژی و برنامه کامپیوتری^۱ RESFEN می‌توانند برای تخمین مصرف انرژی نسبی مربوط به یک پنجره با ضریب هدایت حرارتی و نوع مشخص مورد استفاده قرار بگیرند.

در صورت امکان از پنجره‌های آلومینیومی بدون سد حرارتی اجتناب نمائید. حتی در شرایط آب و هوایی معتدل، این نوع پنجره‌ها در فصول سرد، دمای سطح داخلی آنها پایین می‌آید و امکان وقوع مشکل میعان وجود خواهد داشت. پنجره‌های فریم آلومینیومی دارای سد حرارتی با طراحی مناسب میتوانند در آب و هوای معتدل مورد استفاده قرار گیرند. برای دستیابی به بیشینه میزان عایق، بودن بهترین مواد چوب، فوم و فایبر گلاس می‌باشد.

در آب و هوای سرد، استفاده از پنجره‌های تک جداره غیر عملی می‌باشد. در این مناطق پنجره‌های چند جداره تشعشع پائین و پر شده از گاز توصیه می‌گردد. در اغلب شرایط آب و هوایی شیشه‌های با پوشش تشعشع پائین و پر شده از گاز مخصوص می‌توانند یک انتخاب مناسب برای پنجره از لحاظ صرفه جویی در انرژی با در نظر گرفتن قیمت مناسب باشند. پر کردن از گاز به همراه پوشش‌های تشعشع پائین امروزه یک گزینه رایج برای بسیاری از تولید کنندگان می‌باشد که مجموع هزینه آنها را کاهش می‌دهد. ضریب هدایت حرارتی مجموع پنجره باید ۲/۸ وات بر متر مربع بر درجه کلوین و یا کمتر از

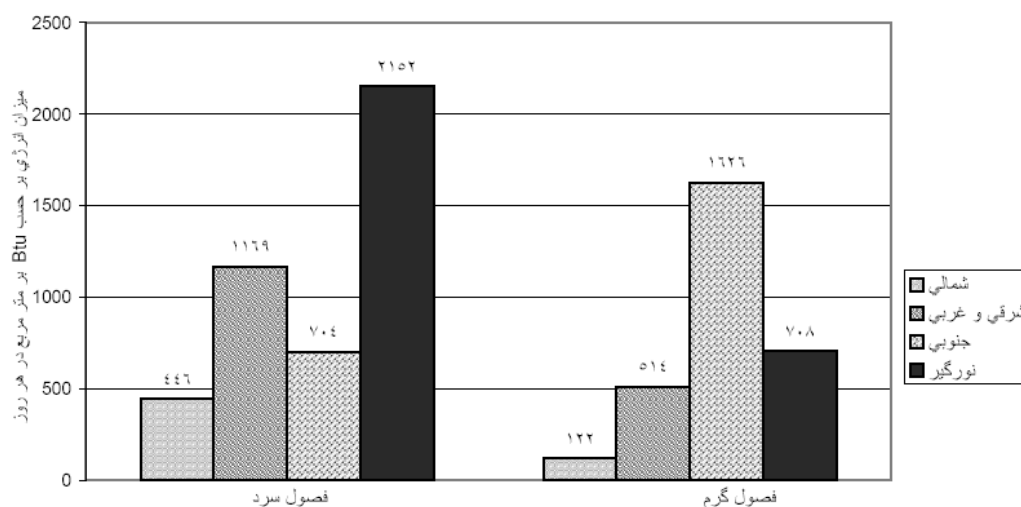
^۱ این برنامه کامپیوتری که بر روی اینترنت قرار داده شده است برای مناطق مختلف ایالات متحده آمریکا طراحی شده است و هنوز اطلاعات آن برای مناطق ایران به روز نشده است. (مترجم)

آن و برای دستیابی به بیشینه صرفه جویی در انرژی باید زیر $\frac{2}{3}$ وات بر متر مربع بر درجه کلون باشد. مصرف کنندگان پنجره ها باید پنجره ای را انتخاب نمایند که دارای زمان گارانتی طولانی ای باشد. علت این مسئله آن می باشد که زمان گارانتی طولانی تر بیانگر طراحی و ساخت بهتر شیشه می باشد و بنابر این احتمال آسیب دیدن درز بند و یا نشت گاز که عملکرد شیشه دوجداره را پایین می آورد کاهش می یابد. به خاطر داشته باشید که هر چه ضریب هدایت حرارتی پنجره ها و نورگیر ها کمتر باشد به معنای مصرف انرژی پایین تر، هزینه های پائین تر و راحتی بیشتر در فضای زندگی می باشد.

کنترل نور خورشید

عبور نور خورشید از پنجره ها و نورگیرها در فصول سرما می تواند باعث گرمایش مجانی ساختمان ها گردد ولی در فصول گرما باعث می شود که داخل ساختمان بیش از حد گرم گردد. وابسته به جهت، سایه و آب و هوا هزینه های ناشی از نور خورشید در فصول گرم می تواند بیشتر از مزایای ناشی از گرم شدن ساختمان در فصول سرد در بسیاری از مناطق ایالات متحده آمریکا باشد. درحقیقت عبور نور خورشید از پنجره ها و نورگیرها در برخی مناطق آب و هوایی مسبب ۳۰ درصد و یا بیشتر از هزینه های سرمایش ساختمان های مسکونی در فصول گرم می باشد.

بعلاوه آنکه موقعیت خورشید در آسمان در طول روز و از یک فصل به فصل دیگر تغییر می نماید، جهت پنجره ها دارای اثر زیادی بر روی میزان حرارت بدست آمده از خورشید دارد. شکل شماره سه میزان دستاورد انرژی خورشید از یک پنجره شفاف با ضخامت ۳ میلیمتر را برای پنجره های باجهتهای مختلف در روزهای بسیار روشن در فصول سرما و گرمادر عرض جغرافیائی ۴۰ درجه شمالی نشان می دهد.



شکل سه - میزان مجموع دستاورد انرژی حرارتی خورشید از یک پنجره سه میلیمتری در عرض جغرافیائی ۴۰ درجه شمالی

پنجره های جنوبی، اجازه ورود حداکثر مقدار انرژی خورشید را می دهند و در فصول سرما دارای بیشترین پتانسیل جذب انرژی خورشیدی باشند. این در حالی می باشد که این نوع پنجره ها مقدار نسبتاً کمی از نور خورشید را در فصول گرما از خود عبور می دهند. بر عکس این مسئله برای نورگیرها و پنجره های شرقی و غربی صادق می باشد. پنجره های شمالی در هر زمان حداقل مقدار انرژی خورشید را از خود عبور میدهند. اهمیت نهایی این اثرات آب و هوایی و جهت، وابسته به نوع شیشه مورد استفاده میباشد. ضریب دستاورد انرژی حرارتی خورشید (SHGC)^۱ میزان نرخ جریان حرارت خورشیدی از یک پنجره و یا نورگیر می باشد. ضریب سایه (SC)^۲ استاندارد قبلی در این مورد بوده و نشاندهنده قابلیت تضعیف انرژی خورشید می باشد و برای یک پنجره ساده تقریباً برابر ضریب دستاورد انرژی حرارتی خورشید که در ۱/۱۵ ضرب شده است می باشد. ضرایب دستاورد انرژی خورشیده مصرف کنندگان اجازه میدهند که خواص عبور انرژی خورشید انواع مختلف نورگیرها و پنجره را با یکدیگر مقایسه کنند. در ضریب دستاورد انرژی خورشید هم انرژی عبوری از اجزاء شفاف پنجره و هم انرژی عبوری از فریم و قاب مات لحاظ شده است.

لایه های اضافی شیشه سدهای بیشتری را در برابر تشعشع خورشید ایجاد کرده و بنابراین ضریب بدست آوردن انرژی خورشید پنجره را کاهش می دهند. شیشه های رنگی^۳ (مانند شیشه های برنز و سبز) دارای ضریب دستاورد انرژی خورشید پایین تری نسبت به شیشه شفاف می باشند. پوششهای تشعشع پائین می توانند بگونه ای مهندسی و طراحی گردند که بتوانند ضرایب دستاورد انرژی خورشید را با انعکاس مقدار بیشتری از انرژی خورشیدی برخورد کننده به پنجره، کاهش دهند. شیشه های با قابلیت عبور طیف های انتخابی^۴ شامل برخی شیشه های پوشش داده شده تشعشع پائین با ضریب دستاورد انرژی حرارتی خورشیدی کم و شیشه های جدید آبی روشن و آبی - سبز روشن، در حالی که از عبور مقدار زیادی از انرژی خورشید جلوگیری می کنند، میزان عبور نور مرئی آنها بالا بوده و دارای رنگهای روشن تری^۵ نسبت به شیشه های رنگی خاکستری و برنز تیره می باشند. استفاده از شیشه های دارای پوششهای تشعشع پائین با عبور نور مرئی بالا به همراه ورق شیشه رنگی بیرونی می تواند با جلوگیری از عبور حرارت جذب شده توسط شیشه بیرونی، میزان حرارت خورشیدی انتقال یافته به ساختمان را کاهش دهد. شیشه های انعکاسی^۶ (رفلکتیو) با ظاهر آئینه مانند عموماً در ساختمانهای

^۱ - Solar Heat Gain Coefficient

^۲ - Shading Coefficient

^۳ - Tinted Glazings

^۴ - Spectrally selective Glazings

^۵ - Neutral Color

^۶ - Reflective

دفتری^۱ (office) مورد استفاده قرار می گیرند ولی گهگاهی از آنها در ساختمانهای مسکونی نیز استفاده می شود. در حالی که این نوع شیشه ها دارای ضرائب دستاورد انرژی پایین می باشند ، از عبور مقدار زیادی از نور مرئی جلوگیری کرده و به نظر می رسد که آنها عموماً برای ساختمانهای مسکونی مناسب نیستند .

در جدول شماره دو ضرائب دستاورد انرژی حرارتی و نیز عبور نور مرئی خورشید برای شیشه های معمولی با فریم چوبی و یا وینیلی به همراه فاصلهای آلومینیومی آورده شده است . (پنجره های فریم آلومینیومی با ابعاد قابل مقایسه با پنجره های فوق و همان نوع شیشه عموماً ضرائب دستاورد انرژی حرارتی آنها کمی بالاتر بوده و دلیل این مسئله فریمهای نازک تر و اندازه شیشه بزرگتری باشد).

عبور نور مرئی خورشید		ضریب دستاورد انرژی حرارتی		نوع شیشه
شیشه به تنهایی	کل پنجره	شیشه به تنهایی	کل پنجره	
۹۰	۶۶	۸۶	۶۶	شیشه تک جداره شفاف
۶۸	۵۰	۷۳	۵۶	شیشه تک جداره برنزی رنگ
۸۲	۶۰	۷۱	۵۵	شیشه تک جداره سبز
۲۵	۱۸	۴۰	۳۳	شیشه تک جداره دارای فیلم کنترل کننده نور خورشید رتروفیت
۸۱	۵۹	۷۶	۵۹	دوجداره شفاف با اسپیسر ۱۲ میلیتری پر شده از هوا
۶۲	۴۵	۶۲	۴۹	دوجداره با ورق بیرونی برنزی رنگ با اسپیسر ۱۲ میلیتری پر شده از هوا
۷۵	۵۴	۶۰	۴۷	دوجداره با ورق بیرونی سبز رنگ با اسپیسر ۱۲ میلیتری پر شده از هوا
۷۶	۵۵	۶۵	۵۱	دوجداره با اسپیسر ۱۲ میلیتری شفاف و یک ورق تشعشع پائین با ضریب تشعشع ۰/۲ پر شده از هوا
۴۵	۳۳	۳۵	۲۹	دوجداره با اسپیسر ۱۲ میلیتری و یک ورق تشعشع پائین با ضریب تشعشع ۰/۰۸ پر شده از هوا
۷۲	۵۲	۴۰	۳۳	دوجداره با اسپیسر ۱۲ میلیتری و یک ورق تشعشع پائین دارای عبور انتخابی با ضریب تشعشع ۰/۰۴ پر شده از آرگون
۶۸	۵۰	۴۹	۳۹	سه جداره با اسپیسر ۱۲ و یا ۱۰ میلیتری و دو ورق تشعشع پائین با ضریب تشعشع ۰/۰۸۱ پر شده از آرگون یا هوا

جدول شماره ۲ - ضرائب دستاورد انرژی حرارتی و میزان عبور نور مرئی از انواع مختلف

پنجره . اعداد این جدول بر اساس شیشه با ابعاد ۳ در ۵ فوت و با فریم آلومینیومی و یا چوبی و وینیلی محاسبه گردیده اند و با تغییر ابعاد ، میزان دستاورد انرژی حرارتی تغییر اندکی می نماید.

محافظت در برابر اشعه ماوراء بنفش

اشعه ماوراء بنفش یکی از اجزاء اصلی نور خورشید می باشد که در صورت عبور نور خورشید از پنجره ها و نورگیرها می تواند به پرده ها ، فرشها، مبلمان و رنگهای ساختمان آسیب رسانیده و آنها را کمرنگ

¹ Office Buildings-

نماید. برخی تلاشها برای ساخت شیشه هائی که انرژی ماوراء خورشید را از خود کمتر عبور دهند به نتایجی رسیده است. در حالت کلی پنجره ها و نورگیرهای دارای لایه های پلاستیکی و یا پوششهای تشعشع پائین عبور نور ماوراء بنفش خورشید را کاهش می دهند. حتی در صورت عدم وجود اشعه ماوراء بنفش، نور مرئی خورشید به تنهائی می تواند باعث کم رنگ شدن تجهیزات و دیگر مبلمان داخل ساختمان گردد.

توصیه هائی برای کنترل انرژی خورشید

مصرف کنندگان در مورد انتخاب پنجره برای کنترل نور خورشید باید دو جنبه را در نظر بگیرند. یکی جنبه انتخاب خود پنجره و دیگری انتخاب تجهیزات پدید آورنده سایه داخلی و یا خارجی می باشد. پنجره های سنتی باشیشه های شفاف نیازمند استفاده از تجهیزات پدید آورنده سایه برای بدست آوردن عملکرد مناسب می باشند (مخصوصاً زمانی که جهت پنجره به گونه ای باشد که در تابستان اجازه ورود انرژی خورشید به داخل ساختمان را بدهد). بهر حال پنجره های مدرن با عملکرد بالا می توانند کار تجهیزات پدید آورنده سایه را برای کنترل انرژی نور خورشید را انجام دهند و اهمیت سیستمهای پدید آورنده سایه را کاهش دهند.

ضرائب دستاورد انرژی حرارتی خورشید در حالت ایده آل باید مطابق جهت پنجره انتخاب گردند ولی در اجرا همیشه این مسئله را نمی توان عملی نمود. در صورتی که تابش انرژی خورشید از پنجره های جنوبی در فصول سرما قابل توجه و با اهمیت باشد، ضرائب دستاورد انرژی حرارتی آنها باید بالا باشد. معمولاً بعلا آنکه عبور میزان انرژی خورشید در پنجره جنوبی در فصول گرما پایین تر می باشد (مخصوصاً زمانی که طاق نمای^۱ مناسب وجود داشته باشد)، بالا بودن ضرائب دستاورد انرژی حرارتی خورشید در فصول گرما منجر به گرمایش بیش از حد ساختمان نمی گردد.

نورگیرها و پنجره های قرار گرفته در جهات شرق و غرب بعلا آنکه در فصول گرما انرژی حرارتی خورشیدی بیشتری را به داخل ساختمان منتقل می کنند ممکن است نیازمند به ضرائب دستاورد انرژی حرارتی پایینتر باشند. در اکثر شرایط آب و هوایی استفاده از پنجره های با ضرائب دستاورد انرژی پایین برای پنجره های شمالی از نظر اقتصادی بصره نمی باشد.

در آب و هواهای گرم و دارای نور خورشید زیاد، پنجره هائی که دارای طیف عبوری انتخابی بوده و دارای ضرائب دستاورد انرژی حرارتی خورشید پایین بدون کاهش میزان نور مرئی می باشند را باید انتخاب نمود. شیشه های تیره نیز دارای ضرائب دستاورد انرژی حرارتی پایین می باشند ولی این نوع شیشه ها دارای عبور نور مرئی پایین تری بوده و بخصوص در شب دید را کاهش می دهند. در شرایطی که کاهش درخشش خورشید دارای اهمیت می باشد استفاده از این نوع شیشه ها ممکن است

^۱ - Roof Overhang

مطلوب باشد ولی در دیگر شرایط استفاده از این شیشه ها مناسب نیست . در آب وهواهایی که هزینه های سرمایش بالا است دنبال پنجره هایی بگردید که ضرائب دستاورد انرژی حرارتی خورشید آنها ۰/۴ ویا کمتر باشد . برای اینکه عبور نور مرئی بالا ودید خوب داشته باشید شیشه هایی را انتخاب نمائید که عبور نور مرئی آنها ۰/۶ و یا بالاتر باشد.

در برخی شرائط آب و هوائی گرم که دارای زمستان معتدل می باشند ، استفاده از یک شیشه تک جداره که ضریب دستاورد انرژی حرارتی خورشید آن پایین می باشد ممکن است مناسب تراز یک شیشه دوجداره معمولی به نظر برسد . بهر حال شیشه های تک جداره دارای کنترل نور خورشید محدود تری می باشد (حتی اگر شیشه لمینت ویا فیلمهای پلاستیکی چسبیده به شیشه ها مورد استفاده قرار گیرند) و بنابر این یک پنجره دوجداره که در بالا توصیف شده است میتواند در کل حتی در آب وهواهای گرم بعنوان بهترین راه حل در نظر گرفته شود.

تجهیزات پدید آورنده سایه داخلی ویا خارجی مانند حفاظ^۱، صفحات بادگیر^۲،^۳، پنجره کرکره^۴، پرده رولری^۵ و انواع پرده برای پدیده آورده سایه در مورد شیشه های شفاف بسیار لازم می باشند و می توانند عملکرد پنجره های با ضریب دستاورد انرژی حرارتی خورشید پایین را بهبود بخشیده و تکمیل نمایند ، یکی از مزایای بسیاری از تجهیزات پدید آورنده سایه این است که با استفاده از آنها می توان میزان عبور نور خورشید را در طول روز ودر فصول مختلف تنظیم کرد. پنجره های پیش ساخته^۶ که دارای ضریب دستاورد انرژی حرارتی خورشید پایین تری می باشند ،دید بهتری را ارائه کرده ونگهداری وکنترل آنها در زندگی پر مشغله خانه داری امروزه راحت تر می باشد.

تجهیزات پدید آورنده سایه بیرونی از تجهیزات پدید آورنده سایه س درونی بعلت آنکه از عبور تشعشع خورشید قبل از عبور پنجره جلوگیری می کنند ، در کاهش ضریب دستاورد انرژی حرارتی خورشید موثر تر می باشند. پرده های دارای رنگ روشن بعلت آنکه میزان تشعشع خورشید بیشتری راانعکاس داده ومقدار نور کمتری را نسبت به رنگهای تیره جذب می نمایند ، مطلوب تر می باشند . تجهیزات پدید آورنده سایه قابل تنظیم درجهت افقی برای پنجره ها ی جنوبی و تجهیزات پدید آورنده سایه درونی قابل تنظیم درجهت عمودی برای ایجاد سایه در پنجره های شرقی وغربی مناسبتر می باشند .

¹ - awnings

² - Louvered Screen

³ Sunscreen-

⁴ Venetian Blinds -

⁵ Roller Shade -

⁶ - Built in

تهویه و هوابندی^۱

جریان هوا از پنجره ها و اطراف آنها باطراحی تهویه صورت گرفته وبصورت غیر ارادی نیز در فرم نفوذ انجام می پذیرد . تاریخچه استفاده از پنجره برای تهویه دارای عمری برابر با عمر معماری می باشد وهمیشه از این پنجره ها استفاده می شده است. پنجره های بازشو مخصوصاً در دو جهت مخالف فضای زندگی ،می توانند بصورت مجانی داخل ساختمان را خنک کنند. نوع قاب یک پنجره سرعت جریان هوا از پنجره نسبت به ابعاد آن را تحت تاثیر قرار می دهد. جدول شماره سه برخی انواع رایج قاب و درصد فضای باز موثر آنها برای تهویه را نشان می دهد. پنجره های لولائی دودره بعلت آنکه دارای بیشترین تمایل به ایجاد جریان هوا درون فضای داخل ساختمان در هنگام کامل باز بودن می باشند، بطور مخصوص برای تهویه مناسب می باشند.

نوع قاب	سطح باز مؤثر
پنجره لولادار ^{۲۶}	۹۰
سایبانی ^{۲۷}	۷۵
پنجره های جهنده ^{۲۸}	۴۵
پنجره های کشوئی افقی ^{۲۹}	۴۵
پنجره های آویز تکی ^{۳۰}	۴۵
پنجره های آویز دوتائی ^{۳۱}	۴۵

جدول شماره ۲ - سطوح مؤثر تهویه انواع پنجره از لحاظ قاب آنها

نفوذ ، نشت غیرکنترل شده هوا به درون ساختمان از بیرون توسط درزها و ترکهای اطراف فریمها، قابها و شیشه های پنجره ها و نورگیرها می باشد . این نشت هوا می تواند تا ده درصد مصرف انرژی در ساختمان را شامل شود. هوابندی پنجره هم وابسته به مشخصات پنجره (مانند نوع قاب و کیفیت کلی ساختمان پنجره) و هم وابسته به کیفیت نصب شیشه می باشد. پنجره های بازشو بادرزگیرهای قابل فشردن عموماً دارای هوابندی بیشتری نسبت به پنجره هایی که درزبندی آنها فقط با کنار هم گرفتن در لبه پنجره صورت می گیرد، می باشند ودلیل این مسئله تفاوت درزبندی های اجزای قاب درمقابل فریم می باشد . درجه بندی نشت هوا^۲ میزان استانداردشده سرعت نفوذ از پنجره ویا نور گیر در شرایط مشخص محیطی است.

^۱ - Airtightness^۲ Air leakage rating

درجه بندی های نشت هوا به مصرف کنندگان اجازه می دهد که انواع محصولات ساخته شده پنجره و نورگیر را با یکدیگر مقایسه نمایند. این درجه بندی ها، نشت هوای میان پنجره و دیوار و یا سقف را در نظر نمی گیرند. هر چه که درجه بندی نشت هوا کمتر باشد، هوابندی بیشتر و بهتری را خواهیم داشت.

توصیه هایی مربوط به کنترل جریان هوا

در شرایط آب و هوایی معتدل تر و یا در بهار و پائیز مناطق با آب و هواهای خشن تر، پنجره های بازشو می توانند باعث تهویه شده و راحتی را در ساختمان افزایش داده و نیاز به تهویه هوایی را کاهش دهند. پنجره های بازشو معمولاً به این علت طراحی می شوند که قوانین مربوط به ساختمان در موارد خروج اضطراری را برآورده سازند. گرچه پنجره های بازشو برخی اوقات ممکن است برای مناطقی که رطوبت آنها زیاد می باشد مانند حمام، آشپزخانه و یا اتاقهای رختشوئی مفید باشند اما دمنده های خارجی کنترل قابل اعتمادتری را در طول سال ایجاد می نمایند.

برای کنترل جریان هوا پنجره هائی را انتخاب نمائید که دارای درجه بندی نشت هوای معادل نیازمندیهای استاندارد صنعت و یا بیشتر از آن (که ۰/۳۷ فیت مکعب بر دقیقه بر فیت مکعب است) باشند تا بدین طریق مشکلات ناشی از نفوذ کنترل نشده هوا را به حداقل برسانید. در شرایط آب و هوایی ناملایم و یا مناطق بادخیز، پنجره هائی را انتخاب نمائید که دارای میزان نشت هوای کمتر از مقدار فوق باشند. برای اطمینان از جلوگیری نفوذ هوا، درزبندی میان اجزاء پنجره را چک نمائید. برای به حداقل رسانیدن میزان نفوذ هوا از اطراف پنجره های نصب شده، دستورات مربوط به نصب سازنده شیشه را به دقت انجام داده و درزها و ترکها را کاملاً آب بندی نمائید.

درجه بندی^۱ و برچسب^۲ انرژی پنجره

بسیاری از پنجره ها و نورگیرها و درهای شیشه ای امروزه دارای درجه بندی و برچسب انرژی مانند آنچه که بر روی تجهیزات خانگی قرار داده می شود می باشند و این برچسب ها به مصرف کنندگان در انتخاب محصولات با مصرف انرژی مناسب کمک می نماید. این برچسب ها توسط یک گروه غیر انتفاعی با نام انجمن ملی درجه بندی روزنه های ساختمان (NFRC)^۳ توسعه یافته است. در ادامه گفتگویی که با پرسنل انجمن NFRC انجام می پذیرد، برای دارندگان ساختمانها، معماران و سازندگان ساختمانها اطلاعات مفیدی را در مورد برچسب گذاری های جدید انرژی پنجره ها ارائه می نماید.

^۱ - Rating

^۲ - Labeling

^۳ National Fenestration Rating Council

چرا درجه بندی‌ها و یا برچسب‌های انرژی برای پنجره‌ها و نورگیرها دارای اهمیت می‌باشند؟

روزنه‌های ساختمان^۱ (شامل پنجره‌ها ، نورگیرها و درهای شیشه‌ای) می‌توانند کنترل کننده در حدود ۲۵ درصد از هزینه‌های مربوط به سرمایش و گرمایش در یک ساختمان معمولی باشند. طراحان ، سازندگان ساختمانها و یا دارندگان خانه‌ها تا کنون یک وسیله برای تعیین و یا مقایسه عملکرد انرژی این محصولات برای تصمیم گیری در هنگام خرید محصول مناسب نداشته‌اند. قبل از آن بسیاری از سازندگان، محصولات مختلفی با بازده انرژی مناسب را ارائه می‌کردند اما قادر نبودند که برتری و تفوق عملکرد محصولات خود را نشان دهند.

چگونه طراحان و دارندگان ساختمانها از برچسبهای انرژی استفاده می‌نمایند؟

برچسب‌های انرژی انواع مختلفی از خواص عملکرد محصول را نشان می‌دهند که طراحان را قادر می‌سازد تا بطور مستقیم محصولات مناسب خود را برای هر پروژه خاص طبق نیازهای آن پروژه از لحاظ عملکرد حرارتی انتخاب نمایند. تا قبل از این طراحان مجبور بودند وقت بسیاری را صرف نمایند تا بتوانند مفاهیم پیچیده زیادی را در مورد تکنیکهای درجه بندی ، روشهای تست و ادعاهای در مورد عملکرد پنجره درک نمایند. سیستم سرتاسری درجه بندی عملکرد انرژی تمام محصولات شیشه‌ای نه تنها باعث دستیابی طراحان ساختمان به اطلاعات مورد نیاز خود می‌گردد ، بلکه اجازه مقایسه مستقیم محصولات مختلف را به آنها می‌دهد.

صاحبان خانه‌ها نیز با یک مسئله بغرنج روبرو بوده‌اند. زمانی که در و پنجره یک پروژه تعویض یافته و یا یک ساختمان جدید ساخته می‌شود ، آنها دارای هیچ وسیله‌ای برای مقایسه عملکرد انرژی دو محصول بطور مستقیم نبوده‌اند. این مشکل همچنین با این مسئله که روشهای تعیین درجه بندی انرژی محصولات شیشه‌ای در بخشهای مختلف تولیدی با یکدیگر فرق می‌کند همراه شده است. برچسبهای انرژی مصرف کنندگان را قادر می‌سازد که محصولات مختلف را بطور مستقیم و بدون در نظر گرفتن نوع شیشه و فریم آن با یکدیگر مقایسه نمایند .

چگونه درجه بندی‌های انرژی تعیین می‌شوند،

درجه بندی‌های انرژی با استفاده از تجهیزات کامپیوتری پیشرفته که در کانادا و آمریکا ساخته شده و توسعه یافته‌اند و نیز به همراه تستهای استاندارد شده عملکرد محصول که بر روی عملکرد محصولات

¹ Fenestration

صورت می گیرد تعیین می شوند. برنامه WINDOW 4.1 که توسط آزمایشگاه ملی برکلی لورنس^۱ ساخته و توسعه یافته است یکی از اساسی ترین پایه های سیستمهای درجه بندی می باشد. این برنامه به همراه برنامه FRAME برای محاسبه ضریب هدایت حرارتی و ضریب دستاورد انرژی حرارتی خورشید پنجره ها مورد استفاده قرار می گیرند. نشت هوا و دیگر خواص عملکرد انرژی نیز درجه بندی یافته اند. بزودی دارندگان ساختمانها دو درجه بندی دیگر با عنوانهای درجه بندی حرارتی درها و پنجره ها^۲ (FHR) و درجه بندی سرمایش درها و پنجره ها^۳ (FCR) که اندیسی را برای مقایسه مصرف انرژی در فصول سرما و گرما بیان می کنند نیز مشاهده خواهید کرد. برنامه کامپیوتری RESFEN که آن هم نیز توسط آزمایشگاه برکلی تهیه شده است می تواند برای تخمین میزان مصرف انرژی و هزینه های مربوط به آن با توجه به نوع پنجره مورد استفاده و جهت آن در ساختمان و موقعیت جغرافیایی محل بر اساس قیمتتهای محلی بکار رود.

چه کسی مسئول انجام درجه بندی عملکرد انرژی پنجره ها و برچسب گذاری آنها می باشد؟

انجمن ملی درجه بندی در و پنجره ها اکنون ایجاد شده و توسعه یافته است و مسئول انجام درجه بندی ها و سیستمهای برچسب گذاری محصولات فوق می باشد. NFRC یک ائتلاف غیر انتفاعی از تولیدکنندگان، سازندگان و دفاتر انرژی استانی و فدرالی می باشد و آزمایشگاه ها و سازمانهای مربوطه و مصرف کنندگان و دیگر افراد مربوطه را بگونه ای مدیریت و رهبری می نماید تا یک سیستم درجه بندی انرژی سرتاسری را در کشور ایجاد کرده که مناسب، دقیق و معتبر باشد. در نتیجه این تلاشها مصرف کنندگان در سرتاسر کشور آمریکا اکنون می توانند دارای برچسبهای درجه بندی انرژی پنجره ها، نورگیرها و درهای شیشه ای مشابه با برچسبهائی که برای اتوموبیلها، اختراعات و عایقها وجود دارد، باشند.

آیا این تجهیزات کامپیوتری برای عموم در دسترس می باشند ؟

بلی، این تجهیزات کامپیوتری بوسیله انجمن ملی درجه بندی در و پنجره برای استفاده توسط متخصصان انرژی ساختمان، مهندسان، معماران و دیگران در دسترس قرار داده شده است. همچنین انجمن فوق در جهت استفاده مناسب از تجهیزات کامپیوتری فوق آموزش با جزئیات کاملی را برای سازندگان و

¹ Lawrence Berkeley National Laboratory

² Fenestration Heating Rating

³ Fenestration Cooling Rating

متخصصان طراحی برگزار می نمایند. برای اطلاعات بیشتر در مورد این نرم‌افزارهای کامپیوتری با آدرس زیر تماس بگیرید:^۱

National Fenestration Rating Council
1300 Spring Street, Suite 120
Silver Spring, MD 20910
Telephone: (301) 589-6372
Fax: (301) 589-0854
e-mail: NFRCUSA@aol.com
Web: <http://www.nfrc.org>

چه جاهایی را می توان مشاهده کرد که از برچسبهای NFRC استفاده نموده و یا به آن ارجاع داده اند؟

برخی کدهای ساختمانی و دیگر سازمانهایی که علاقه مند به آگاه کردن در مورد بازده انرژی می باشند هم اکنون برچسبهای NFRC را مرجع قرار می دهند. این درجه بندی ها پیش نیاز برخی برنامه ها مانند برنامه های مالی بهره پائین برای خرید پنجره های با بازده انرژی بالا می باشند. به برچسبهایی که بروی محصولات در مراکز تهیه مصالح ساختمان و یا مغازه فروش پنجره نشان داده شده است نگاه کنید. درجه بندی های NFRC که در نوشتجات مربوطه بصورت لیست شده توسط بسیاری از سازندگان، معماران و دارندگان ساختمانها در دسترس می باشند.

- چک لیست پنجره ها

برای طراحی، تعیین مشخصات و نصب

این چک لیست صاحبان خانه ها، معماران و ساختمان داران رادرا انتخاب پنجره و نورگیرهای مسکونی راهنمایی می کند. بعلا آنکه انتخاب پنجره مناسب شامل فاکتورهای زیادی بوده و تغییرات شرایط آب و هوایی، هزینه های مربوطه نیازهای شغلی بر آن اثر زیادی دارد می تواند سخت و مشکل باشد. چک باکسهای برای علامت زدن درون آنها در هنگام طراحی و یا انتخاب پنجره مناسب تهیه شده اند. توجه کنید که هر یک از گزینه های زیر در تمام حالات مورد استفاده قرار نمی گیرند و نیز ممکن است برخی راهنمایی های عمومی بعلا آنکه تمام جزئیات شرایط نمی توانند مشخص گردند بصورت متباین و متناقض بیان شده اند. استفاده کنندگان باید گزینه هایی که برای نیازهای خاص آنها کاربرد دارد را علامت بزنند. دیگر منابع محلی اطلاعات در مورد انتخاب پنجره ها، اطلاعات همگانی، کدهای رسمی محلی و یا استانی، طراحان حرفه ای و تهیه کنندگان مواد ساختمانی می باشند.

¹ برخی از این نرم افزارها از اینترنت قابل داوولود می باشند. (مترجم)

میزان عایق بودن و مقاومت در برابر بخارگرفتگی

□ به درجه بندی ضریب هدایت حرارتی مربوط به NFRC و برچسبهائی که برای راهنمائی انتخاب پنجره مناسب زده شده اند نگاه کنند.

□ در تمام شرائط آب و هوائی که نیاز به گرمایش ساختمان می باشد از پنجره های با شیشه دوجداره استفاده کنید. در آب و هواهای سرد برای کاهش از دست دادن حرارت و کم نمودن وقوع میعان بر روی پنجره ها ، از پنجره های سه جداره و یا پنجره های دارای پوشش تشعشع پائین به همراه گاز مخصوص در درون آنها استفاده نمائید.

□ برای کاهش میزان اتلاف حرارت و وقوع میعان در لبه شیشه ها در تمام شرائط آب و هوائی که نیاز به گرمایش ساختمان میباشد از پنجره های با فریمهای چوبی ، وینیلی ، فایبرگلاسی و یا فریمهای آلومینیومی که دارای سد حرارتی با طراحی مناسب می باشند استفاده نمائید.

□ از پرده های ضخیم ، سایبانهای حرارتی و یا سایبانهای حرارتی (thermal shatter) در آب و هواهای سرد برای دستیابی به عایق بودن بهتر استفاده نمائید.

کنترل نور خورشید و محافظت در برابر اشعه ماوراء بنفش خورشید

□ به درجه بندی ضریب دستاورد انرژی حرارتی خورشید و برچسبهای مربوطه آن که توسط NFRC برای راهنمائی انتخاب پنجره مناسب بر روی پنجره زده شده اند نگاه کنید.

□ پنجره هائی را انتخاب نمائید که دارای شیشه های با قابلیت عبور انتخاب اشعه ها (مانند برخی شیشه های رنگی خاص و یا شیشه های دارای پوششهای تشعشع پائین اصلاح شده) برای کاهش دستاورد انرژی حرارتی (ضریب دستاورد انرژی حرارتی خورشید کمتر از ۰/۴ و نیز میزان عبور نور مرئی بالا برای دید بهتر) عبور نور مرئی از خورشید بیشتر از ۰/۶) استفاده نمائید.

□ برای کاهش دستاورد انرژی حرارتی خورشید و نیز کنترل درخشش نور خورشید از شیشه های رنگی استفاده نمائید. البته این شیشه ها میزان عبور نور مرئی را کاهش می دهند.

□ برای کاهش عبور نور ماورابنفش به داخل اتاقهایی که تجهیزات داخل آنها در معرض کمزنگ شدن و فرسودگی توسط اشعه ماوراء بنفش می باشند از شیشه های مخصوص (که دارای لایه پلاستیکی و یا پوششهای تشعشع پائین می باشند) استفاده نمائید. (در صورتی که در نظر گرفتن این مسئله دارای اهمیت زیادی باشد ، با یک مشاور حرفه ای مشورت نمائید).

در صورتی که از تجهیزات پدید آورنده سایه برای تکمیل عملکرد پنجره های با عملکرد بالا استفاده می نمائید، نکات زیر را در نظر بگیرید:

- برای به حداقل رسانیدن دستاورد حرارت خورشید از پرده های با رنگ روشن استفاده نمائید.
- برای به حداقل رسانیدن میزان ورود گرمای خورشید به داخل ساختمان از تجهیزات پرده‌ای بیرونی استفاده نمائید.
- در صورتی که می خواهید کم کردن ورود انرژی خورشید همراه با پوشیدگی و زیبایی بیشتر باشد و یا زمانی که نمی توانید از پرده های بیرون ساختمانی استفاده کنید از پرده درونی استفاده نمائید.
- برای پنجره های جنوبی ساختمان از پرده هائی که جهت آنها افقی می باشد استفاده نمایند و برای پنجره های شرقی و غربی از پرده های عمودی استفاده نمائید.
- از طاق نماها ، سایبانهای بیرونی ، و یا کشت درختانی که در فصل پائیز برگ آنها می ریزد برای سایه انداختن بر پنجره های جنوبی ساختمان برای ایجاد سایه در فصل تابستان به همراه اجازه دادن برای عبور حرارت در فصل زمستان، استفاده نمائید.

روشنائی روز و دید

- به درجه بندی ها و برچسبهای NFRC در مورد عبور نور مرئی برای راهنمایی در مورد انتخاب پنجره نگاه کنید.
- از لحاظ اندازه، موقعیت و نوع شیشه پنجره ای را انتخاب نمائید که نورمرئی کافی در تمام فضاهای داخل داشته باشید.
- برای به حداکثر رسانیدن دید بیرون ، از پنجره هائی استفاده نمائید که دارای عبور نور مرئی بالا (بالاتر از ۵۰ درصد) باشند.
- موقعیت و اندازه پنجره ها را روی دیوارها بگونه ای مشخص نمائید که به میزان مورد نظر از دید مناطق بیرونی برسید.
- موقعیت پنجره ها را بگونه ای انتخاب نمائید که از سطوح براق بیرونی بدور باشد تا روشنائی بیش از حد و درخشش در داخل دیده نشود.

تهویه و جلوگیری از نفوذ هوا

- برای اتاقهائی که در آب و هواهای ملایم نیاز به تهویه قابل توجهی دارند ،پنجره هائی را انتخاب نمائید که بصورت بازشو باشند تا بدین طریق نیازمندیهایی مربوط به کدهای ساختمانی در مورد خروج اضطراری را نیز برآورده سازید.
- برای به حداکثر رسانیدن بازده سطوح تهویه از پنجره های لولائی دودره و سایبانی استفاده نمائید.

□ پنجره های سایبانی برای جلوگیری بهتر از ورود بارش باران به داخل در هنگام تهویه استفاده نمائید.

□ برای به حداکثر رسانیدن بازده تهویه عرضی در ساختمان ، پنجره های بازشو را در دیوارهای مقابل یکدیگر در ساختمان قرار دهید.

□ برای به حداقل رسانیدن نشت هوا ، پنجره و نورگیر هائی را انتخاب نمائید که دارای درزبندی پیوسته در لبه می باشند.

□ برای کاهش نشت هوا به داخل ، اطراف فریمهای پنجره ها و نورگیر ها را درزبندی و آببندی نمائید. از دستورالعملهای نصب سازنده پنجره در این مورد پیروی نمائید.

کنترل صدا

□ موقعیت پنجره ها را بدور از منابع بوجود آورنده صوت زیاد در خارج از ساختمان قرار دهید.

□ برای به حداقل رسانیدن میزان سر و صدای مزاحم در داخل ساختمان از شیشه های دوجداره ، سه جداره با ورقهای ناهمسان از لحاظ ضخامت و نیز شیشه های لمینت و گازهای مخصوص کاهش صوت استفاده نمائید.

حفظ اختفا ، ایمنی و امنیت

□ از تجهیزات بوجود آورنده سایه داخلی ای استفاده نمائید که نمای مستقیم داخل را بصورت مبهم نشان دهد و بدینصورت به اختفای بیشتر دست یابید.

□ قبل از انتخاب نوع و موقعیت پنجره ها، کدهای ساختمانی در مورد آتش ، بارهای ناشی از باد و ایمنی در برابر زمین لرزه را چک نمائید.

□ برای نورگیرها و پنجره های نزدیک به درها و یا کف ساختمان از شیشه های لمینیت و یا آبدیده (تمپر شده) به همراه تورهای سیمی استفاده نمائید .

□ از پنجره های دارای چفت و قفل که به آسانی از داخل باز می شوند اما نمی توان آنها را از بیرون باز نمود استفاده نمائید.

نگهداری ، دوام و طول عمر

□ قبل از انتخاب پنجره و نورگیر گارانتی های مربوط به دوام و طول عمر را چک نمائید.

□ کیفیت ساختمان پنجره را چک نمائید.

□ از رنگهای محافظتی و یا درزبندها بر روی فریمهای چوبی پنجره ها و نورگیر ها استفاده نمائید و

یا اینکه از پنجره های پوشیده شده با چوب^۱ را مورد استفاده قرار دهید .
☐ برای تعمیر و مرمت پنجره ها و نورگیرها از دستورالعملهای سازنده برای حفظ شیشه ها ، فریم و قاب و دیگر تجهیزات مربوطه پیروی نمائید.

نصب

☐ قبل از نصب پنجره ها و نورگیرها تمام کدهای ساختمانی قابل اعمال را چک نمائید.
☐ دستورالعملهای مربوط به نصب که توسط سازنده پنجره ارائه شده است را بدقت اجراء نمائید.

اقتصاد

☐ در هنگام انتخاب پنجره ها و نورگیرها اثرات نسبی آنها بر روی هزینه های مربوطه را مورد توجه قرار دهید. با مؤسسه NFRC و یا متخصصان انرژی ساختمان تماس گرفته و یا نمایندگان سازمانهای مربوط به کاهش انرژی برای تخمین انرژی و صرفه جوئی در هزینه ناشی از انتخاب پنجره و یا نورگیر با بازده انرژی بالا مشورت نمائید.

☐ در هنگام انتخاب پنجره و یا نورگیر ساختمان اثرات آن را بر روی هزینه فروش مجدد آن بررسی نمائید.

☐ برنامه های بهبود بازده انرژی محلی ، استانی و نیز فدرال یا برنامه های حفاظت از منابع انرژی برای تشویق های در نظر گرفته شده در مورد نصب پنجره ها و نورگیرهای با بازده انرژی بالا را چک نمائید.

واژه نامه انرژی و پنجره

Air Leakage rating:

میزان سرعت نفوذ هوا به داخل از اطراف پنجره و یا نورگیر در حضور یک باد قوی می باشد. واحد آن برای سطح پنجره فیت مکعب بر دقیقه بر فوت مربع می باشد^۲ و واحد آن در مورد طول پنجره فیت مکعب بر دقیقه بر فوت^۳ برای طول لبه پنجره می باشد. هر چه که این عدد برای یک پنجره کمتر باشد، آن پنجره دارای قابلیت بیشتری برای جلوگیری از نشت هوا می باشد.

^۱ - Clad wood products

^۲ - cfm/ft²

^۳ - cfm/ft

:Conduction

جریان حرارت از یک ماده جامد مانند شیشه و یا چوب و از یک ماده به یک ماده دیگر در یک مجموعه (مانند پنجره) بواسطه تماس مستقیم می باشد.

: Convection

جریان حرارت بواسطه یک گاز و یا مایع در جریان می باشد (مانند هوای داخل اتاق و یا گاز میان ورقهای دو ورق شیشه دوجداره) .

:Fenestration

یک پنجره و یا نورگیر به همراه تجهیزات داخلی و یا خارجی مربوطه آن (مانند پرده ها و یا سایبانها می باشد. موقعیت پنجره های بازشو در دیواره ساختمان یکی از مهمترین اجزاء تعیین کننده ظاهر بیرونی ساختمان می باشد.

: Gas Fill

گازی بجز هوا که بین ورقهای چند جداره پنجره ها و یا نورگیرها قرار داده می شود و با جلوگیری از رسانائی و جابجائی باعث کاهش ضریب هدایت حرارتی می گردند.

:Glazing

شیشه و یا ورقهای پلاستیک بکار رفته در یک پنجره و یا نورگیر

:Infiltration

جریان غیرعمدی هوا به داخل ساختمان از طریق شکافهائی که در سطوح خارجی یک ساختمان وجود دارد. این جریان می تواند از میان اتصالات و ترکهای دور فریمها ، قابها و شیشه های پنجره ها و نورگیرها صورت گیرد .

: Low-Emittance (Low-e) Coating

لایه های اکسیدی و یا غیر اکسیدی نامرئی بسیار نازک که اصولاً بر روی سطوح شیشه های پنجره ها و یا نورگیر ها نشانداده می شوند و باعث کاهش ضریب هدایت حرارتی توسط جلوگیری از جریان حرارت از پنجره و یا نورگیر به روش تشعشع می گردند.

:Radiation

انتقال حرارت بصورت امواج الکترومغناطیس از یک سطح به سطح دیگر می باشد. انرژی از خورشید توسط تشعشع به سطح زمین می رسد و بدین روش نیز بدنهای انسانها می تواند گرمای خود را به سطوح سرد پنجره ها و نورگیرها دهد.

: R-Value

میزان مقاومت یک ماده و یا مجموعه در برابر جریان حرارت می باشد. این فاکتور معکوس فاکتور U (ضریب هدایت حرارتی) می باشد و برحسب وات بر متر^۱مربع بر درجه کلون بیان می گردد. هر چه که این فاکتور برای یک پنجره بیشتر باشد مقاومت آن در برابر جریان هوا و عایق بودن بیشتر خواهد بود.

: Shading Coefficient (SC)

میزان توانائی یک پنجره و یا نورگیر برای انتقال حرارت خورشید نسبت به توانائی یک شیشه تک جداره شفاف استحکام یافته حرارتی سه میلیمتری می باشد. این عدد برابر با ضریب دستاورد انرژی حرارتی خورشید که در ۱/۱۵ ضرب شده است می باشد و بصورت یک عدد بدون واحد بین ۰ و ۱ بیان می گردد. پنجره ای که این ضریب آن کمتر باشد، حرارت کمتری را از خود عبور داده و بعنوان سایه حرارتی بهتری عمل می نماید.

:Solar Heat Gain Coefficient(SHGC)

جزئی از تشعشع خورشیدی که می تواند از یک پنجره و یا نورگیر عبور نماید است و این عبور می تواند هم بصورت عبور مستقیم نور خورشید و هم بصورت انتقال انرژی جذب شده توسط شیشه از خورشید به داخل باشد. مطابق با استانداردهای نشان دهنده قابلیت پنجره ها در جلوگیری از عبور حرارت، امروزه این عدد جایگزین ضریب سایه^۱ شده است. این ضریب بصورت یک عدد بدون واحد بین ۰ و ۱ بیان می گردد. یک پنجره با ضریب دستاورد انرژی پائین تر حرارت خورشیدی کمتری را از خود عبور داده و از این لحاظ سایه حرارتی^۲ بهتری را ایجاد می نماید.

: Spectrally selective Glazing

نوع خاصی از شیشه های رنگی و یا شیشه های با پوشش تشعشع پائین مهندسی شده می باشند که همزمان با عبور نور مرئی قابل توجه، تا حد زیادی از عبور حرارت خورشید جلوگیری می نمایند.

¹ – Shading Coefficient

² Shading

:U-Factor(U-Value)

میزان سرعت عبور جریان حرارت از یک ماده و یا مجموعه می باشد. واحد این فاکتور $W / m^2 K$ و یا $Btu/hr - ft^2 - ^\circ F$ است. مهندسين و سازندگان ساختمانها معمولاً از این فاکتور برای توصیف سرعت جریان حرارت غیر خورشیدی از یک پنجره و یا نورگیر استفاده می نمایند. هر چه که فاکتورهای U پنجره ها کمتر باشد ، مقاومت آنها در برابر جریان هوا بیشتر بوده و دارای عایقیت بیشتری می باشند.

:Visible transmittance

درصد و یا بخشی از نور مرئی می باشد که از پنجره و یا نورگیر عبور می نماید.