۱ پیشگفتار..... ۴
۲ مقدمه..... ۵
۳ آشنایی با پروسه معماری..... ۶
۴ اهمیت استفاده از علوم انرژی در معماری. ۶
۵ مصرف انرژی ساختمان چیست؟.... ..... ۱۰
۶ انرژی در ساختمان صرف چه می‌شود؟ ۱۱
۷ روش‌های تأمین گرمایش ساختمان..... ۱۳
۸ فرایند طراحی معماری و طراحی اقلیمی..... ۱۵
۸-۱ فرایند طراحی معماری رایج (خطی) ۱۵
۸-۲ معایب فرایند طراحی خطی ۱۶
۸-۳ فرایند طراحی یکپارچه..... ۱۶
۸-۴ محاسن استفاده از روش IDP ۱۷
۸-۵ فرایند طراحی اقلیمی..... ۱۸
۹ روش‌های انتقال حرارت در ساختمان ۲۰
۹-۱ هدایت..... ۲۱
۹-۲ قانون دوم ترمودینامیک..... ۲۱
۹-۳ مقاومت حرارتی..... ۲۳
۹-۴ انتقال حرارت به روش همرفت ۲۶
۹-۵ تابش..... ۲۷
۹-۶ پنجره و تابش خورشیدی..... ۳۰
۹-۶-۱ اجزای پنجره ۳۱

@ArcBES-Heidar Naseri

۱۰ آسایش حرارتی..... ۳۵
۱۰-۱ شناخت فیزیک انسان..... ۳۶
۱۰-۲ نظریه تعادل حرارتی..... ۳۶
۱۰-۳ نظریه سازگاری..... ۳۹
۱۰-۴ جمع‌بندی آسایش حرارتی..... ۴۰
۱۰-۵ دمای عملکردی..... ۴۰
۱۰-۶ میانگین دمای تابشی..... ۴۱
۱۱ اقلیم..... ۴۲
۱۱-۱ فایل‌های آب‌وهوایی..... ۴۳
۱۱-۲ استفاده از فایل آب‌وهواشناسی..... ۴۴
۱۱-۳ دمای هوا..... ۴۵
۱۱-۴ رطوبت نسبی..... ۴۷
۱۱-۵ تابش خورشیدی..... ۵۰
۱۱-۵-۱ فضای کنترل نشده..... ۵۳
۱۱-۶ جریان هوا..... ۵۵
۱۱-۷ نفوذ ناخواسته هوا..... ۵۶
۱۲ موازنه حرارت..... ۵۸
۱۲-۱ موازنه حرارت در شرایط زمستانی..... ۵۸
12-2 موازنه حرارت در شرایط تابستان..... ۶۰
۱۳ جزئیات مؤثر در طراحی اقلیمی..... ۶۲
۱۳-۱ عایق‌کاری ساختمان..... ۶۳

@ArcBES-Heidar Naseri

۱۳-۲ عایق‌کاری جداره‌ها..... ۶۴
13-۳ پل‌های حرارتی..... ۶۷
۱۳-۴ ابعاد بازشوها، پنجره‌ها و سایبان ۶۸
۱۴ارزیابی عملکرد انرژی ساختمان ۶۹
۱۴-۱ مصرف انرژی ساختمان..... ۶۹
۱۴-۱-۱ شدت انرژی مصرفی ساختمان ۷۱
۱۴-۱-۲ انرژی اولیه ۷۱
۱۴-۱-۳ محاسبه برچسب انرژی ساختمان مطابق با استاندارد ملی ایران ۷۳
۱۴-۱-۴ محاسبه برچسب انرژی ساختمان مطابق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ۷۴
۱۴-۲ ارزیابی از طریق آسایش حرارتی ۷۷
۱۴-۳ ارزیابی نور روز..... ۸۰
۱۴-۳-۱ شاخص‌های ارزیابی نور روز..... ۸۵
۱۴-۳-۲ ارزیابی خیرگی ۹۱

@ArcBES-Heidar Naseri

۱ پیشگفتار

نوشته پیشروی شما حاصل علم روز معماری و انرژی در ترکیب با تجربیات حرفه‌ای، آموزشی مهندس حیدر ناصری است. در ادامه معرفی مختصری از ایشان که مؤسس استدیو طراحی مبتنی بر بهینه سازی انرژی و دپارتمان آموزشی آرک بس هستند، ذکر شده‌است. مسلماً آگاهی شما از تجربه و تخصص مدرس باعث آسودگی خاطر شما از دریافت به‌روزترین و کاربردی‌ترین آموزش‌ها خواهد شد.

مهندس حیدر ناصری مبارکی فارغ‌التحصیل رشته معماری در مقطع کارشناسی و دانش‌آموخته رشته معماری و انرژی از دانشگاه شهید بهشتی در مقطع ارشد هستند. ایشان موفق به کسب رتبه ۱۳ این رشته در آزمون کارشناسی ارشد سال ۹۵ بوده‌اند. حوزه‌های مصرف انرژی ساختمان، آسایش حرارتی، نور روز و خیرگی در فضاهای معماری از جمله تخصص‌های ایشان در کنار طراحی، معماری و مشاوره انرژی ساختمان است. مقالات مختلف علمی و ارائه نظریه‌های مختلف در بهینه‌سازی انرژی ساختمان از جمله فعالیت‌های ایشان بوده است. از منظر حرفه‌ای ایشان مسئولیت مشاوره انرژی در پروژه‌های مختلف از جمله طراحی پردیس فارابی دانشگاه تهران در شهر قم، طراحی خوابگاه دخترانه دانشگاه تربیت‌مدرس، طراحی ساختمان اداری شرکت آب و فاضلاب استان تهران در بخش جنوبی شهر، مشاوره انرژی در گروه مسکن روستایی بنیاد مسکن انقلاب اسلامی و تأسیس و راه‌اندازی مجموعه آرک بس برای ارائه خدمات آموزشی و معماری مبتنی بر بهینه‌سازی انرژی بوده است. در حوزه آموزشی نیز ایشان از سال ۱۳۹۷ مشغول تدریس در دانشگاه‌ها و مؤسسات مختلف از جمله دانشگاه علم و صنعت، دانشگاه هنر تهران و غیره بوده‌اند.

@ArcBES-Heidar Naseri

۲ مقدمه

جزوه پیشروی شما در راستای تعمیق و آموزش بهتر شما تدوین شده است. در این جزوه نکات کلیدی و مبانی آموزش معماری و انرژی به‌تفصیل بیان شده است. این حوزه به نحوی آماده شده است تا بتوانید توام با دوره‌های آموزشی خود اقدام به تکمیل آن نمایید. لطفاً متناسب با فیلم‌های آموزشی به تکمیل قسمت‌های موردنظر و نت برداری در جزوه بپردازید.

در ابتدا مباحث مربوط به مبانی و اطلاعات مورد نیاز شما برای طراحی مبتنی بر کاهش مصرف انرژی ساختمان ارائه شده است. سپس به طور خلاصه موارد مهم در شبیه سازی انرژی ساختمان، آسایش حرارتی، نور روز و خیرگی بر اساس استانداردهای مختلف ارائه شده است.

تمامی حقوق این نوشته متلق به مجموعه آرک بس و مهندس حیدر ناصری است و استفاده از محتویات آن با ذکر منبع بلامانع است.

برای ارتباط با مجموعه آرک می‌توانید به سایت آرک بس به نشانی www.arcbes.ir و آیدی تلگرام و اینستاگرام @arcbes مراجعه کنید.

@ArcBES-Heidar Naseri

۳ آشنایی با پروسه معماری

تجربه نشـان داده اسـت که متأسـفانه تحصـیل در دانشـگاه و گرایش‌های مختلف معماری از جمله انرژی پاسـخگویی نیازهای محیط کار و حرفه‌ای نخواهد بود. نگاه غالب در مدارس و دانشـگاه‌ها معطوف به علوم های‌تک اســت که همخوانی با علوم ســاختمانی و جامعه معماری کشــور ندارد. نتیجه این رویکرد آموزشی، عدم به کارگیری نیروهای متخصص در بدنه جامعه طراحی معماری کشور است. بر همین اساس ابتدا به تشریح جایگاه معمار، متخصص انرژی و معمار آگاه به علوم طراحی اقلیمی خواهیم پرداخت.

۴ اهمیت استفاده از علوم انرژی در معماری

اصــلی‌ترین دغدغه‌های بشــر در انتهای قرن گذشــته و فعلی کنترل شــرایط و تغییرات گســترده اقلیمی اســت. چراکه جدا از بحث تغییرات اقلیمی، نبود منابع انرژی قابل‌اتکا، زیســت بشــر و رفع نیازهای آن‌ها را کاملاً به خطر انداخته اسـت. بسـیاری از مناقشـه‌ها و جنگ‌های انجام شـده و در حال انجام صـرفاً برای تصاحب منابع انرژی، نفت و گاز بوده است. چراکه تمامی فعالیت‌های انسان نیاز به انرژی دارد. امروزه همه انسان‌ها برای استفاده از تجهیزات منزل، پخت و پذیر، نگهداری مواد غذایی و مهم‌تر از همه کار و بقا به برق و گاز نیاز دارند.

جرقه اهمیت کاهش مصــرف انرژی به بحران ســوخت در ســال ۱۹۷۰برمی‌گردد. در آن زمان اختلافات سیاسی و افزایش قیمت نفت باعث بحران در کشورهای وابسته اروپایی و غرب شد. این کشورها با توجه به عدم دســترســی به منابع نفت و گاز حتی در تامین انرژی و ســوخت برای گرمایش خانه‌ها و سوخت برای حمل و نقل دچار مشکل شدند.

پس از آن کشورهایی که منابع محدودی دارند متوجه شدت آسیب پذیری خود شدند. از طرفی با توجه به تغییرات گسترده اقلیمی و آسیب‌های ناشی از آن، بشر تنها راه پیشروی خود را درکاهش مصرف انرژی می‌بینند؛ بنابراین در درجه اول رویکرد کاهش حداکثری مصــرف انرژی و ســپس جایگزین‌کردن

@ArcBES Heidar Naseri

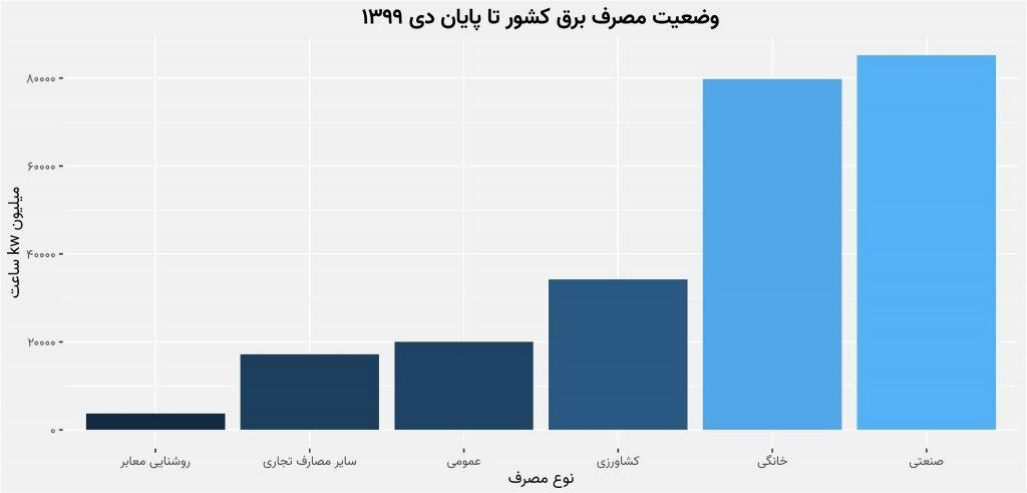
سوخت موردنیاز با منابع تجدیدپذیر مثل انرژی خورشید، باد، زیست گازها و غیره بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند.

تصویر ۴-۱: کمبود سوخت و بحران انرژی در غرب

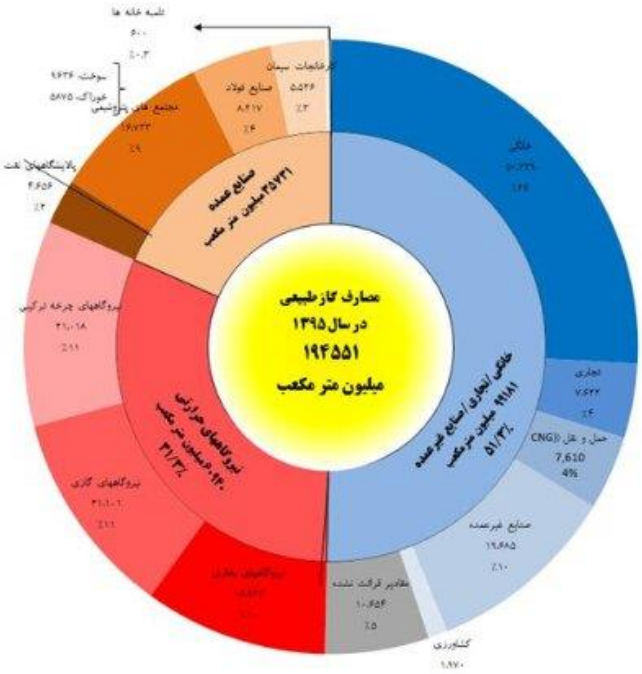
تصویر ۴-۲: بحران انرژی و کمبود سخوت در ده هفتاد قرن بیستم

این خط‌مشی در همه صنایع و سیاست‌ها پیگیری می‌شود و بارزترین آن صنایع خودروسازی و تولید خودروهای هیبرید و برقی بوده است. چراکه بیشترین سهم مصرف انرژی مربوط به حمل‌ونقل و بخش مسکن است. ایده خودروهای برقی و اخیراً هاپر لوپ و مترو شهری برای کنترل مصرف انرژی و آلایندگی آن برای محیط‌زیست بوده است. دراین‌بین تلاش‌های بسیاری برای کاهش مصرف انرژی در بخش ساختمان نیز رخداده است. استانداردها و راهنماهای زیادی ایجاد شده است که از جمله آن می‌توان به لیید اشاره کرد.

@ArcBES Naseri



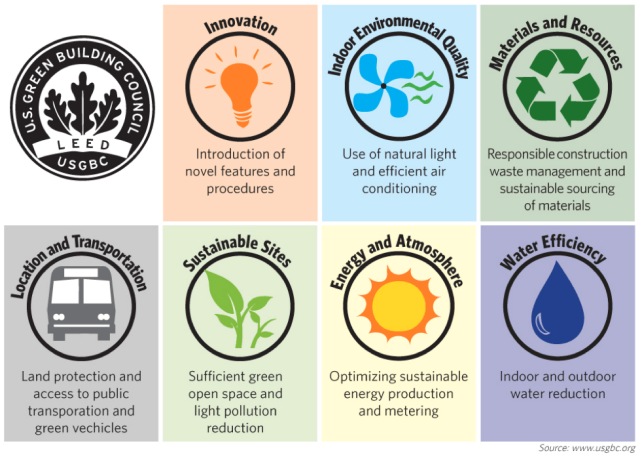
تصویر ۴-۳: میزان برق مصرفی کشور به تفکیک حوزه در سال ۹۹ (تا پایان دی ماه)



تصویر ۴-۴: میزان مصرف گاز طبیعی در سال ۹۵ به تفکیک حوزه

لیید راهنمایی است که هدف آن فقط کاهش مصرف انرژی نیست و تلاش می‌کند تا ساختمان‌ها در اصول پایداری به سطوح بالاتری برسند. این راهنما شش بخش اصلی دارد و سعی می‌کند در کنار رفع همه نیازهای کاربران، محیط‌زیست را ارتقا دهد و مقدار مصرف انرژی ساختمان را کاهش دهد.

@Arasari



تصویر ۴-۵: دسته‌بندی ارزیابی پایداری ساختمان در راهنمای لیید

در حال حاضر یکی از اصلی‌ترین روش‌های بهبود وضعیت اقتصادی هر کشور، کاهش مصرف انرژی است؛ چراکه با کاهش مصرف داخلی فرصت برای صادرات و استفاده از نفت برای تولید محصولات متنوع فراهم خواهد شد؛ بنابراین برای تعامل بیشتر شهروندان در کاهش مصرف انرژی افزایش نرخ گاز و برق مصرفی کشور دورازذهن نخواهد بود. همچنین تلاش‌های زیادی برای اصلاح الگوی مصرف انجام می‌گردد؛ اما متأسفانه چنین تلاش‌هایی چندان ثمربخش نخواهد بود؛ چراکه کاربران ساختمان فقط به دنبال تامین حداقل شرایط آسایش خود هستند. این در حالی است که بستر ساختمان نمی‌تواند با صرف انرژی کمتر شرایط مناسب را فراهم کند، نتیجه آن نیز مصرف انرژی بیش از حد در ساختمان‌های موجود است. در ادامه به مقوله آسایش حرارتی و مصرف انرژی پرداخته خواهد شده است و متوجه خواهیم شده که تقاضای کاربران ساختمان فقط در حد تأمین آسایش حرارتی آن‌هاست و زمانی که ساختمان در تأمین این نیاز به‌درستی عمل نکند انتظار برای کاهش مصرف از کاربران بیهوده خواهد بود.

تصویر ۴-۶: تبلیغات کاهش مصرف حامل‌های انرژی

@ArcBIS-Heidar Naseri

۵ مصرف انرژی ساختمان چیست؟

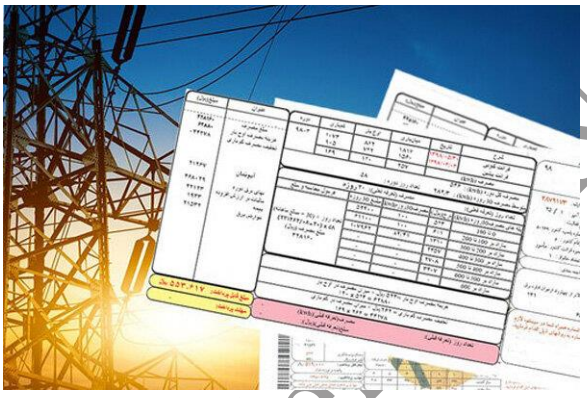
به ساده‌ترین زبان، مصرف انرژی ساختمان یعنی مقدار برق و گاز مصرفی ساختمان. برق اصلی‌ترین جزء زندگی مدرن است و استفاده از تجهیزات برای رفع نیازهای زندگی، کار، ساختمان‌سازی و تقریباً همه چیز مستلزم استفاده از برق است. نیروگاه‌های برق از طریق شبکه سراسری این جریان را به خانه‌ها و همه فضاهای انسانی می‌رسانند و در واقع می‌توان بیان نمود که هیچ فضایی بدون برق، انسانی نخواهد بود؛ چراکه نیازهای کاربران قابل پاسخ‌گویی نخواهند بود.

تصویر ۵- ۱: آلودگی هوای در شهر تهران

نیروگاه‌ها از چندین طریق برق تولید می‌کنند که غالباً در داخل کشور از طریق سوختن گاز طبیعی در نیروگاه و گردش توربین‌ها است. همین موضوع دلیل اصلی افت فشار گاز در فصول سرد سال است؛ چراکه گاز در فصول سرد سال برای مصرف خانه‌ها و سایر کاربری‌های ضروری است. برای جبران کمبود گاز نیروگاه‌های تولید برق، با سوخت مازوت جایگزین می‌گردند که آلایندگی بسیار زیادی دارد و منجر به آلودگی شهرها و کلان‌شهرها شده‌اند اما متأسفانه چاره‌ای دیگر وجود ندارد. چراکه هم نیاز به برق و هم تامین گاز ضروری است.

@ArcBES-Hamraseri

تصویر ۵- ۲: حامل انرژی گاز طبیعی



تصویر ۵- ۳: حامل انرژی برق

۶ انرژی در ساختمان صرف چه می‌شود؟

درصورتی‌که هدف اصلی کاهش مصرف انرژی باشد، باید درک درستی از نیازهای انرژی ساختمان وجود داشته باشد. انرژی در داخل ساختمان چه به‌صورت برق یا گاز در پنج حوزه مصرف می‌گردد.

تصویر ۶- ۱: برق یا گاز مورد استفاده تجهیزات و لوازم مورد استفاده در فضاها

@ArcBES-Hesam Vaseri

تصویر ۶-۲: انرژی مورد نیاز برای گرم کردن آب به صورت گاز یا برق

تصویر ۶-۳: تامین روشنایی مصنوعی مورد نیاز در ساعات روز و شب از طریق برق

تصویر ۶-۴: تامین گرمایش مورد نیاز ساختمان در فصول سرد سال از طریق گاز یا برق

تصویر ۶-۵: تامین خنکی و سرمایش مورد نیاز ساختمان از طریق برق

@ArcPr... Naseri

سهم هر بخش از موارد پنج‌گانه تابعی از کاربری ساختمان (مسکونی، تجاری، اداری و غیره)، تصمیمات معماری و اقلیم هر منطقه است. اما به‌طورکلی بیشترین مصرف انرژی ساختمان در برای گرم‌کردن ساختمان در فصول سرد سال و خنک نمودن آن در فصول گرم سال صورت می‌گیرد. در ادامه هرجایی به عبارت گرمایش اشاره شد، منظور انرژی لازم برای گرم‌کردن ساختمان (میزان مصرف گاز طبیعی) و سرمایش انرژی موردنیاز برای خنک نمودن ساختمان (میزان برق موردنیاز برای تأسیسات سرمایشی) است.

۷ روش‌های تأمین گرمایش ساختمان

روش‌های متعددی وجود دارد که اصلی‌ترین و رایج‌ترین آن‌ها در کشور از طریق بخاری گازی است. این وسیله مستقیماً گاز طبیعی را سوزانده و گرما تولید می‌کند و با گرم‌کردن هوا دمای محیط را برای زندگی افراد به‌اندازه کافی گرم خواهد نمود. کاربران به‌اندازه نیاز شعله آن را تنظیم خواهند نمود.

تصویر ۷- ۱: وسایل گرمایشی رایج برای تامین گرمای مورد نیاز ساختمان

روش دوم استفاده از آب گرم است. در این روش‌ها آب از طریق سوختن گاز طبیعی در موتورخانه یا پکیج گرم شده و سپس به رادیاتورها یا سیستم گرمایش از کف منتقل خواهد شد. در موتورخانه‌ها آب گرم در مخازن ذخیره خود نگهداری می شود تا مشعل کمتر به کارگرفته شده و مصرف انرژی کاهش یابد. در واقع گرمایش محیط به هر طریق با سوختن گاز طبیعی ممکن خواهد شد. در مواردی از کولرگازی نیز برای گرمایش استفاده می‌گردد که مستلزم استفاده از انرژی برق خواهد بود.

@ArcBF Nader Nasseri

کولرگازی از دو بخش یا یونیت تشکیل شده است که بخشی از آن داخل فضا است و بخشی دیگر (اینورتور) خارج ساختمان نصب می‌گردد که درهرصورت فقط از برق برای ایجاد سرمایش و گرمایش استفاده می‌کند و اساس کار آن مبتنی بر ماده مبرد (گاز) داخل آن است.

تصویر ۲-۲: تامین خنکی و سرمایش مورد نیاز ساختمان با کولر گازی

تنها وظیفه سیستم‌گرمایشی و سرمایشی ساختمان، تأمین دمای مطلوب داخل فضاها است؛ بنابراین هرچه فضاهای داخل ساختمان در تابستان گرم‌تر باشند نیاز به استفاده بیشتر یا سیستم قوی‌تر برای خنک‌کردن ساختمان خواهد بود. به عبارت بهتر (با خاموش بودن سیستم سرمایش) هرچه دمای محیط ساختمان کمتر باشد، به همان میزان نیاز به سیستم سرمایش کمتر خواهد بود. این دما در درجه اول وابسته به نحوه طراحی معماری و در درجه دوم وابسته به کاربری فضا است.

در فصول سرد نیز هرچه ساختمان بتواند دمای بیشتری فراهم کند، سیستم گرمایشی نیاز به جبران اختلاف دما (دمای محیط و دمای آسایش کاربران) کمتری خواهد داشت که نتیجه آن کاهش انرژی مصرفی برای گرمایش خواهد بود؛ بنابراین بیشتر از هر چیزی، انرژی مصرفی ساختمان تابع نحوه طراحی شما در فرم، نحوه جای‌گیری فضاها و جزئیات ساختمان خواهد بود.

@ArcBES-Heidar Vaseri

۸ فرایند طراحی معماری و طراحی اقلیمی

متأسفانه، روش مشخصی برای طراحی اقلیمی در مراکز علمی کشور ارائه نمی‌گردد و طراحان نمی‌توانند ایده‌های اقلیمی را به زبان معماری به خطوط، پلان و احجام تبدیل کنند. دلیل این موضوع مستقیماً به درک ناکافی از عملکرد و اهداف معماری اقلیمی باز می‌گردد. در قسمت‌های قبل تلاش شد تا دید جامعی نسبت به موارد مورد اثر در این نوع معماری ترسیم شود. اما برای بررسی بیشتر، نگاه عمیق‌تری به فرایند طراحی رایج ساختمان می‌کنیم.

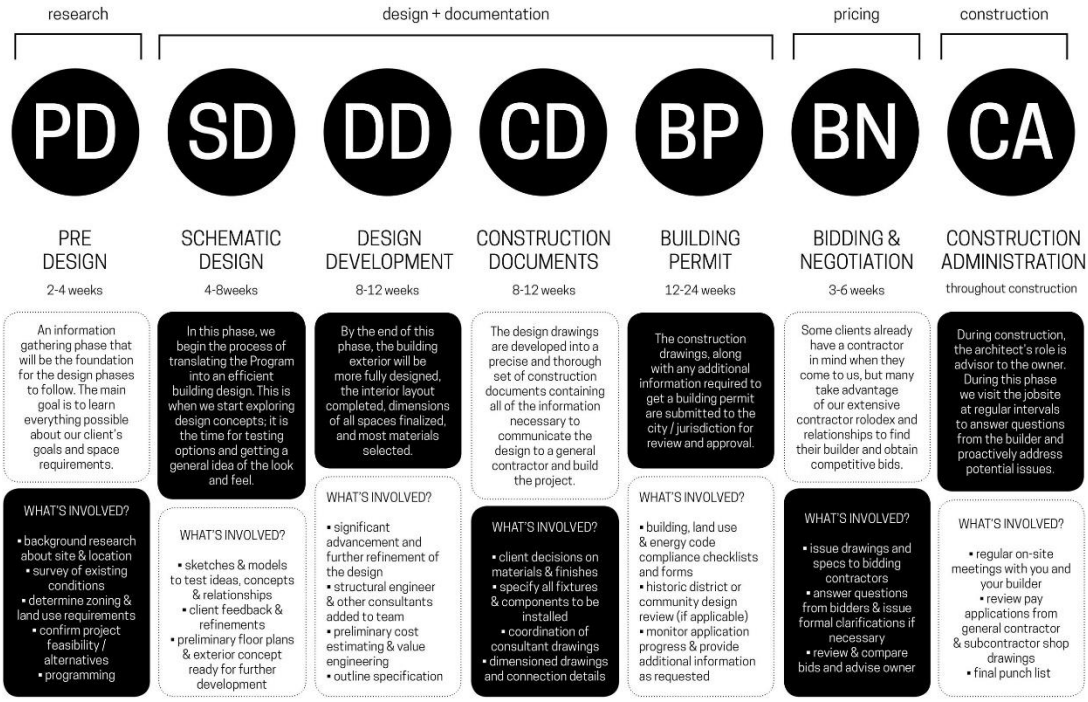
۸-۱ فرایند طراحی معماری رایج (خطی)

در حال حاضر استفاده از روش‌های نوین در طراحی ساختمان کمتر است. همه‌روزه فناوری و روش‌هایی نوینی در اجرا و ساخت ساختمان‌ها ارائه می‌گردد؛ اما روش طراحی همان روش سابق است. هر طرح معماری در سه مرحله شکل می‌گیرد. فاز صفر، یک و دو

در فاز صفر، داده‌های موردنیاز برای طراحی ساختمان گردآوری می‌شوند که از جمله این موارد می‌توان به برنامه فیزیکی، تحلیل سایت پلان و دسترسی‌ها، الزامات عمومی طراحی، نظرات کارفرما و سیستم‌های سازه و محدودیت‌های طراحی اشاره نمود.

هریک از موارد مذکور قبل از طراحی ساختمان به‌دقت مورد بررسی قرار می‌گیرند و در نهایت معمار باتکیه‌بر تولنایی‌های خود اقدام به طراحی دیاگرام‌های ارتباطی و فرم ساختمان در یک یا چندین ایده اقدام می‌نماید (فاز یک). در ادامه نقشه‌ها و جزئیات اجرایی آماده و سپس نقشه‌ها در اختیار سایر مهندسین از جمله مهندس سازه، برق و مکانیک قرار می‌گیرد.

@ArcBES Heidar Naseri



تصویر ۸- ۱: فرایند طراحی معماری خطی

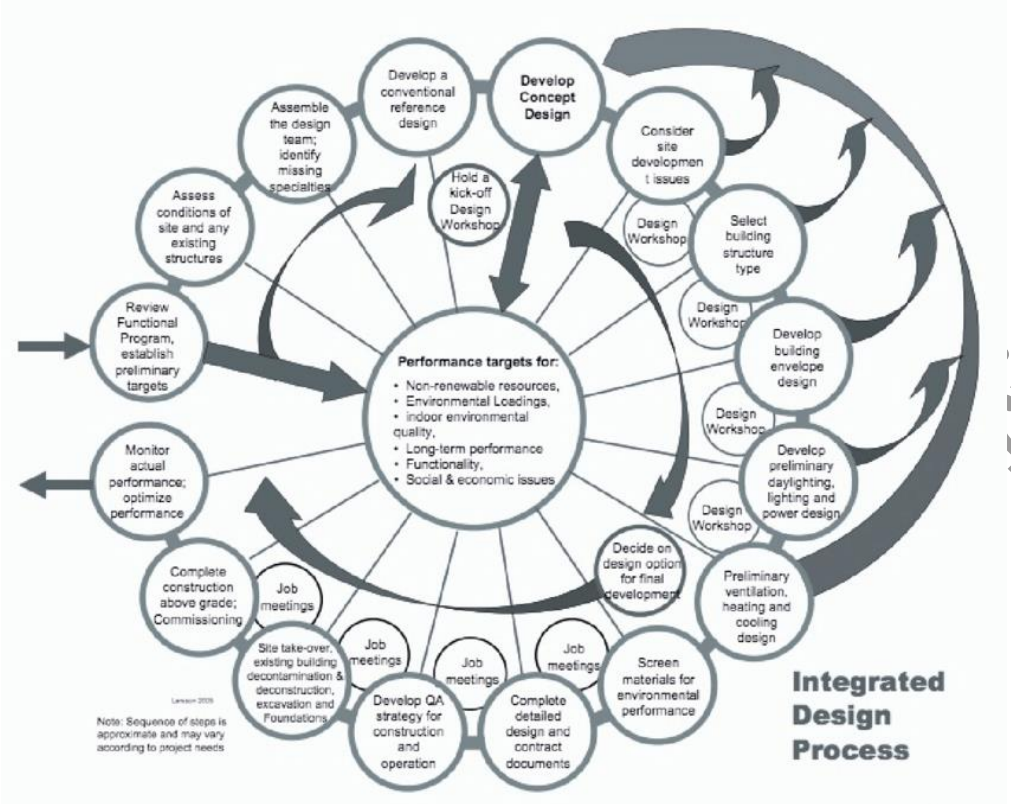
۸-۲ معایب فرایند طراحی خطی

مشکل اصلی این روش طراحی در تغییرات زیاد نقشه‌ها است. زمانی که نقشه‌های فاز دو آماده هستند، مهندسین سازه و مکانیک و حتی خود پیمانکاران و کارفرمایان اقدام به تغییرات در نقشه و طرح ساختمان می‌نمایند. این موضوع به دلیل دیده‌نشدن نیازهای هریک در فرایند طراحی است.

۸-۳ فرایند طراحی یکپارچه

برخلاف روش قبلی این متد مبتنی بر هم‌اندیشی تیم طراحی و ذی‌نفعان ساختمان ایجاد شده است. تمامی اعضا در مراحل مختلف طراحی گرد هم می‌آیند و جلسات مشترکی برگزار می‌کنند. اولین جلسه در فاز صفر طراحی تشکیل خواهد شد. در این جلسه هر تیم نیازهای خود را در فرایند طراحی ساختمان بیان می‌کند و در صورت نیاز اطلاعات بیشتر را تا جلسه بعد آماده نموده و در اختیار تیم قرار می‌دهد. در مرحله بعد معمار همه اطلاعات مربوط به تیم‌ها و ذی‌نفعان طراحی را جمع‌آوری و در بستر خلاقیت اقدام به ایجاد آلترناتیوهای مختلف برای طراحی می‌نماید. در جلسات بعد ایده‌های اولیه برای تمامی افراد نمایش‌داده‌شده و پس از اعمال نظرات، طراحی وارد مراحل فاز دو می‌گردد.

@ArcBES-Heidari



تصویر ۸-۲ فرایند طراحی معماری یکپارچه

۸-۴ محاسن استفاده از روش IDP

با توجه اینکه در طی فرایند طراحی جلسات و دیدارهای متعدد بین مهندسین و ذی‌نفعان پروژه برگزار می‌شود، امکان بازنگری در طراحی معماری و برآورده‌سازی نیازها وجود دارد. این در حالی است که در روش خطی یا رایج باتوجه‌به هزینه‌بر و زمان‌بر بودن طراحی، شروع دوباره طراحی عملاً امکان‌پذیر نخواهد بود.

در پروژه‌های کوچک معمار می‌تواند بدون برگزاری جلسات با صحبت و بررسی نظرات همه ذی‌نفعان و مهندسین باگ‌های طراحی را کاهش داده و نتایج بسیار بهتری ایجاد نماید.

@ArcBES-Hero

۵-۸ فرایند طراحی اقلیمی

فرایند طراحی اقلیمی در واقع همان فرایند طراحی معماری اســـت با این تفاوت که چند اقدام به هر مرحله افزوده خواهد شد. در مرحله فاز صفر، علاوه بر موارد ذکر شده در قسمت قبل نیاز به بررسی سه عامل دیگر وجود دارد.

- شناخت اقلیم
- شناخت خرد اقلیم
- شناخت موازنه حرارت (راه‌های اتلاف و دریافت انرژی از محیط پیرامون در ساختمان)

با شناخت موارد فوق می‌توانیم درک بهتری از شرایط ساختمان داشته باشیم و این موارد باید به دفترچه مطالعات فاز صفر ساختمان اضافه شود. سپس باتوجه‌به داده‌های جدید و یافته‌های گذشته دوباره در بستر خلاقیت معماری اقدام به طراحی پلان‌های ارتباط فضایی، پلان‌های اولیه و احجام نمایید.

در مرحله فاز یک آلترناتیوها (که در طراحی همه آن‌ها نیازهای نتایج فاز صفر در نظر گرفته شده است) از نظر مقادیر مصرف انرژی با هم مقایسه خواهند شد. در نهایت طرحی که عملکرد و مصرف انرژی کمتری داشته باشد، انتخاب و وارد مرحله توسعه طراحی می‌گردد. در نهایت پس از ایجاد نقشه‌های فاز دو و تکمیل جزئیات طراحی، مصرف انرژی نهایی ساختمان شبیه‌سازی و وضعیت آن از نظر استانداردهای مختلف بررسی می‌گردد.

نکات کلیدی:

- ساختمانی که با این روش طراحی شده است، علاوه بر تأمین نیازهای کاهش مصرف انرژی، همه نیازهای کاربران فضا از جمله، زیبایی معماری، کیفیت فضایی، کارایی در عملکرد و غیره را نیز در پی خواهد داشت.

@ArcBES-Heidar Naseri

- توجه داشته باشید معماری و طراحی ساختمان مستلزم نگرش کلی و تأمین همه نیازهای کاربران است. توجه به مسئله انرژی، زیبایی معماری، کیفیت طراحی و غیره نباید توجه شما را در بررسی و احراز سایر نیازهای غافل نماید.
- همان گونه که قبلاً نیز ذکر شد، بهبود نتایج مصرف انرژی ساختمان در فرایند طراحی رخ خواهد داد. این کار در دو مرحله انجام می‌گردد. مرحله اول مربوط به کالبد معماری و مرحله دوم مربوط به جزئیات و استفاده از مصالحی چون عایق و روش‌های عایق‌کاری است.
- بیش از ۸۰٪ از پتانسیل کاهش مصرف انرژی ساختمان در فرایند طراحی نهفته است. به عبارت بهتر با استفاده از عایق‌کاری شاید مقادیر مصرف انرژی ساختمان کاهش یابد، اما در صورت عدم توجه به طراحی پتانسیل‌های اصلی کاهش مصرف انرژی از بین خواهد رفت.

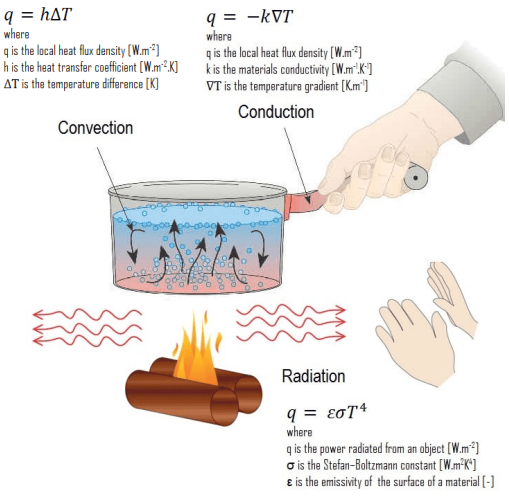
@ArcBES-Heidar Naseri

۹ روش‌های انتقال حرارت در ساختمان

هدف این بخش درگیر نمودن شما با محاسبات مقدار انتقال انرژی نیست. مسلماً این وظیفه نرم‌افزارهای مختلف شبیه‌سازی مصرف انرژی ساختمان است که مقادیر انتقال حرارت را محاسبه نماید؛ اما توجه داشته باشید که شناخت این روش‌ها می‌تواند شما را در طراحی بهتر یاری کند. فراموش نکنید نرم‌افزارها برای شما طراحی نمی‌کنند و فقط نتایج حاصل از طرح شما را در مقدار مصرف انرژی بررسی می‌کنند. با این حال دید مناسب نسبت به مسئله انتقال حرارت، موازنه انرژی و اقلیم کمک خواهند کرد تا پس از اتمام طراحی به نتایج بهتری دست پیدا کنیم.

مصرف انرژی در ساختمان برای نتیجه جبران اختلاف دمای محیط با محدوده آسایش انسان (در ادامه به تفضیل بررسی خواهد شد) به‌وجود خواهد آمد؛ بنابراین در صورتی که درک درستی از راه‌های کسب یا اتلاف حرارت داشته باشیم، می‌توانیم در هنگام طراحی، عواقب ناشی از انتخاب‌های خود در طرح و جزئیات ساختمان را تصور کنیم. در ادامه با روش‌های انتقال حرارت در ساختمان آشنا خواهیم شد.

توجه داشته باشید که شرایط بیرون مقدار انرژی منتقل شده را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین میزان انتقال حرارت می‌تواند چندین برابر شود. ازاین‌رو شناخت کامل اقلیم و خرد اقلیم نیز ضروری است که در بخش‌های بعدی به آن پرداخته خواهد شد.



تصویر ۹ - ۱: روش‌های انتقال حرارت

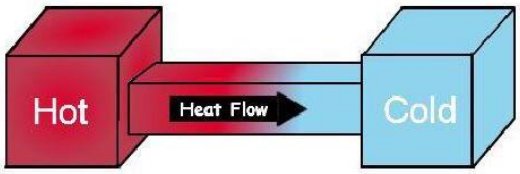
@ArcBES Heidar Naseri

۹-۱ هدایت- Conduction

این نوع از انتقال حرارت در همه جداره‌های خارجی بنا اتفاق می‌افتد. در این روش انتقال حرارت، حتماً به محیط مادی نیاز است. در فصل زمستان، هوای گرم محیط داخل در تماس با سطوح دیوارها قرار می‌گیرد و گرما با عبور از مقطع دیوار به سمت محیط سردتر (خارج ساختمان) سرازیر خواهد شد.

۹-۲ قانون دوم ترمودینامیک

در علوم فیزیک تنها گرما وجود دارد و عنصری به‌عنوان سرما وجود ندارد. در واقع سرما به شرایطی گفته می‌شود که مقدار گرما از محیط دیگر کمتر باشد. قانون دوم ترمودینامیک بیان می‌کند که گرما از جایی که شدت و تراکم آن بیشتر است به جایی که شدت و مقدار آن کمتر است جاری خواهد شد.

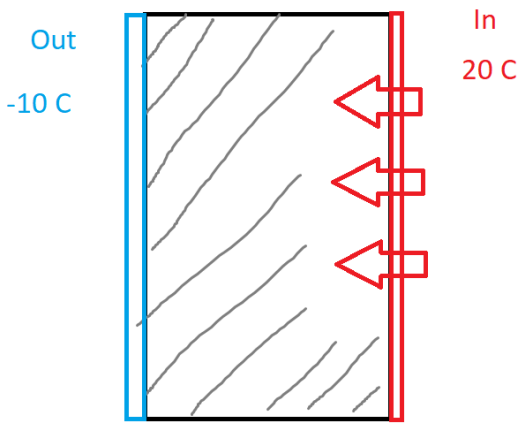


تصویر ۹-۲: قانون دوم ترمودینامیک

همین اصل علت گرم‌تر و سردتر شدن ساختمان در فصول مختلف از طریق هدایت است. در فصول سرد سال محیط داخلی گرم است و گرما به بیرون ساختمان سرازیر می‌گردد اما در فصول گرم، محیط داخل ساختمان خنک‌تر از محیط بیرون است و جریان حرارت معکوس خواهد شد.

در ادامه برای اینکه درک درست و ساده‌تری نسبت به مسئله انتقال حرارت داشته باشیم نیاز است که دمای محیط داخل در تابستان و زمستان را ساده در نظر بگیریم بر همین اساس دمای مطلوب داخل ساختمان در زمستان را ۲۰ درجه سانتی‌گراد و در تابستان ۲۵ درجه در نظر می‌گیریم؛ اما دمای محیط بیرون هر لحظه تغییر می‌کند. همان‌طور که اشاره شد برای ساده‌تر شدن مفهوم فعلاً دمای محیط بیرون در زمستان ۱۰- درجه و تابستان ۳۵ درجه در نظر گرفته خواهد شد.

@ArcBES Nasser Nasseri



تصویر ۹-۳: اختلاف دمای دو سطح جداره

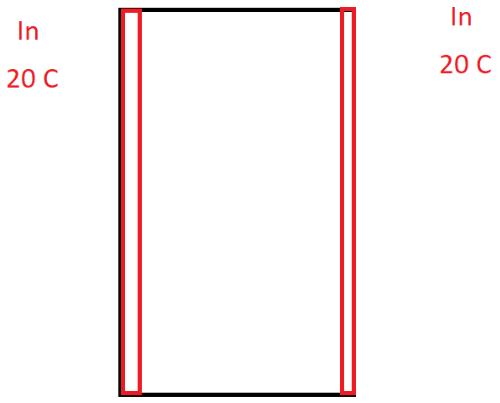
مقدار حرارت منتقل شـــده از چنین دیواری برابر با رابطه زیر خواهد بود. دراین‌رابطه m مربوط به جرم ماده و C مربوط به ظرفیت گرمایی ماده است. همچنین مقدار Δt اختلاف دمای محیط بیرون و داخل ساختمان به‌صورت مطلق خواهد بود.

$$q=mc\Delta t$$

بر اساس رابطه فوق زمانی که تابستان می‌شود مسیر انتقال حرارت به داخل بنا خواهد بود. برای کاهش انتقال حرارت از دیوار دو روش وجود دارد. روش اول تغییر مصـالح جداره و روش دوم اســتفاده از راهکارهای معمارانه. در واقع این رابطه بسیار ساده می‌توان راهگشای بسیاری از مشکلات باشد. شما کافی اسـت اختلاف دمای دو سـطح دیوار را کنترل کنید تا مصـرف انرژی سـاختمان به حد قابل‌توجهی کاسـته شـود. برخی از این ایده‌ها در ادامه توضـیح داده خواهد شـد. تصـور کنید در یک دیوار (با ثابت نگه داشـتن جنس دیوار) بتوانیم اختلاف حرارت دو سـمت دیوار را به نصـف کاهش دهیم. در این صـورت مقدار انرژی منتقل شده به نصف خواهد رسید که نتیجه آن کاهش انرژی مصرفی برای گرمایش و سرمایش ساختمان است.

@ArcBES-Heidar Naseri

باتوجه‌به رابطه فوق زمانی که دیوار داخلی اســت و اختلاف دمای دو طرف آن صـفر اســت، انتقال حرارت رخ نخواهد داد؛ بنابراین انتقال حرارت فقط از ســـطوح مجاور با هوای گرم داخل (در زمســـتان) و سطوح در معرض هوای گرم محیط بیرون (در تابستان) انجام خواهد شد.



تصویر ۳-۹:عدم وجود اختلاف دمای در دو سطح جداره

همان‌طور که اشـاره شـد دو روش برای کنترل اتلاف حرارت وجود دارد. باتوجه‌به هزینه‌های کمتر روش‌های معمارانه در اولویت هســـتند. به عبارت بهتر زمانی که طراحی مناســـبی ایجاد کردیم برای بهبود بیشـــتر شـــرایط می‌توانیم از روش‌های عایق‌کاری و انتخاب مصـــالح بهتر برای کنترل بیشـــتر اتلاف حرارتی اســـتفاده کنیم. متأســـفانه به‌غلط اســـتفاده از عایق‌کاری تنها راهکار کاهش مصـــرف انرژی عنوان می‌گردد. درحالی‌که ساختمانی که نامناسب طراحی شده باشد حتی با استفاده از عایق‌کاری نیز نتایج مناسبی ایجاد نخواهد کرد.

۳-۹ مقاومت حرارتی

هر عنصـــر یا متریال ســـاختمانی در مقابل حرارتی که از آن عبور می‌کند، مقداری مقاومت نشـــان می‌دهد. مقدار این مقاومت توســـط آزمایش‌های مختلف تعیین می‌گردد. به ســـاده‌ترین زبان، مصـــالحی که به‌راحتی گرما از آن‌ها عبور می‌کنند (فلزات) کمترین مقاومت را دارا هستند.

@ArcBES-Heidar Vaseri

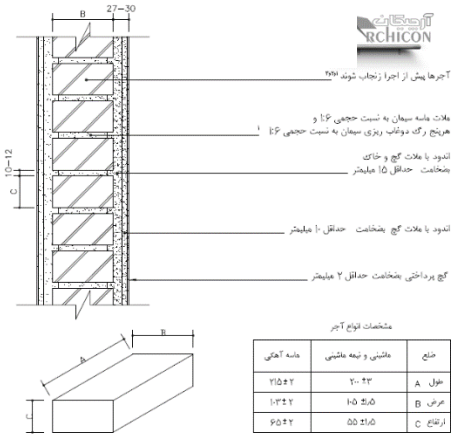
هر جداره ساختمانی از چندین لایه تشکیل شده است. هریک از این لایه‌ها مقدار مشخصی از مقاومت حرارتی را دارند که مقاومت نهایی دیوار حاصل جمع مقاومت لایه‌ها خواهد بود. برای محاسبه مقاومت هر لایه کافی است مقدار ضخامت هر لایه را به مقدار هدایت حرارتی آن تقسیم کنید.

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

در ادامه به روش محاسبه مقاومت حرارتی جداره‌ها پرداخته شده است. شایان‌ذکر است هوا یکی از عناصر مقاوم در برابر انتقال حرارت محسوب می‌شود و مقاومت لایه هوای مجاور جداره‌ها باید در نظر گرفته شود. این محاسبه به‌صورت زیر خواهد بود.

@ArcBES-Heidar Naseri

روش مذکور برای محاسبه مقدار مقاومت حرارتی جداره، صرفاً برای مصالح همگن کاربرد دارد و مصالح ناهمگن برای تعیین مقدار مقاومت حرارتی باید در آزمایشگاه مورد محاسبه قرار گیرند. مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان بخش عمده‌ای از مصالح رایج و ناهمگن مورداستفاده در ساختمان را ذکر و محاسبه نموده است.

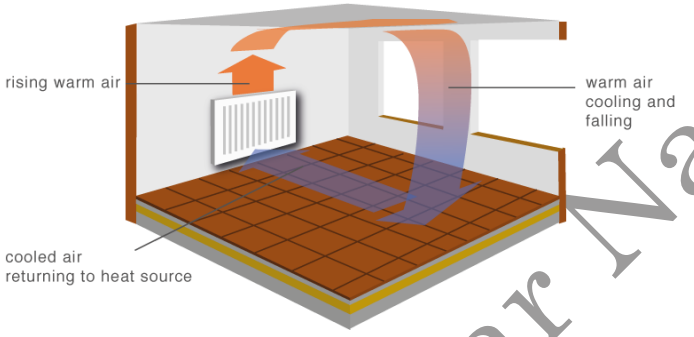


تصویر ۹–۵ محاسبه مقاومت حرارتی جداره

@ArcBES-Heid

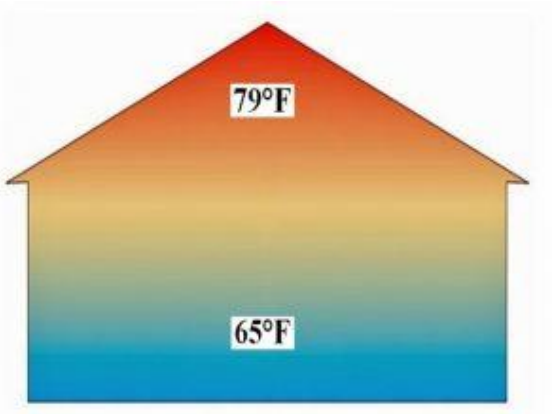
۹-۴ انتقال حرارت به روش همرفت

در این روش انتقال حرارت، یک ســـیال وظیفه حمل انرژی و گرما به نقطه دیگر را بر عهده دارد. در فضاهای ساختمانی این سیال هوای محیط است. این هوا در تماس با سیستم‌های گرمایشی افزایش دما یافته و به دلیل کاهش چگالی به سمت بالا صعود می‌نماید. مقدار انرژی منتقل شده در این روش تابعی از اختلاف دما و اختلاف ارتفاع دو نقطه است.



تصویر ۹-۶: انتقال حرارت به روش همرفت

صعود هوای گرم منجر به لایه‌بندی دما در محیط داخل فضا خواهد شد و با نزدیک‌شدن به سمت سقف فضا، میزان دما بیشتر و در کف فضا کمترین مقدار دما وجود خواهد شد. در واقع هوای مجاور سطوح سرد مانند پنجره (به روش هدایت) به دلیل بالاتر بودن چگالی و سنگین‌تر بودن در کف فضا جمع خواهد شد. این موضوع اصلی‌ترین دلیل شکایت کاربران در سردی پاهای خود در فصول سرد سال است (عدم آسایش موضعی).



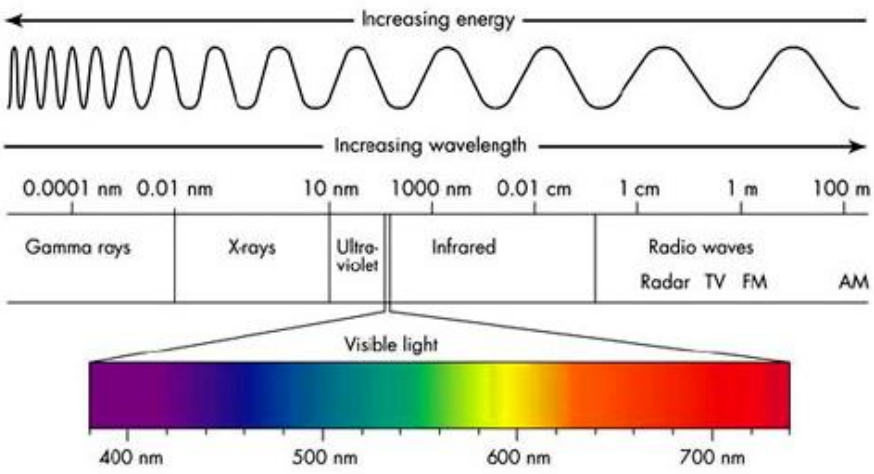
تصویر ۹-۷: لایه بندی حرارتی در محیط‌ها و فضاهای مختلف

@ArcBES-Heidar Naseri

۹-۵ تابش

بر خلاف دو روش قبل این روش به محیط مادی نیاز ندارد و انتقال گرما و انرژی از طریق تابش طول موج‌های انرژی صورت می‌گیرد. این موضوع باعث می‌شود گرما و انرژی خورشید از چنین مسافت طولانی و محیط خلأ به جو زمین رسیده و اثرات مفید خود را داشته باشد.

تابش خورشیدی دریافت شده در زمین دارای طول موج‌های مختلف است. از طیف دریافت شده بخشی در بازه مرئی و قابل‌مشاهده برای ماست که باعث درک بینایی ما می‌گردد. طول موج‌های کمتر از بازه مرئی به‌عنوان فرا بنفش شناخته می‌شوند که طول موج کم توأم با انرژی زیادی با خود دارند و می‌توانند از سطوح شفاف ساختمانی عبور کرده و باعث افزایش دمای محیط داخل شوند.



تصویر ۹-۸: طیف نور خورشید

همچنین طول موج‌های بالاتر از محدوده نور مرئی دارای طول موج بلند و انرژی به‌صورت گرما هستند این بازه به‌عنوان فرو سرخ شناخته می‌شود. این طول موج‌ها توانایی عبور از سطوح شفاف ساختمان را نخواهند داشت.

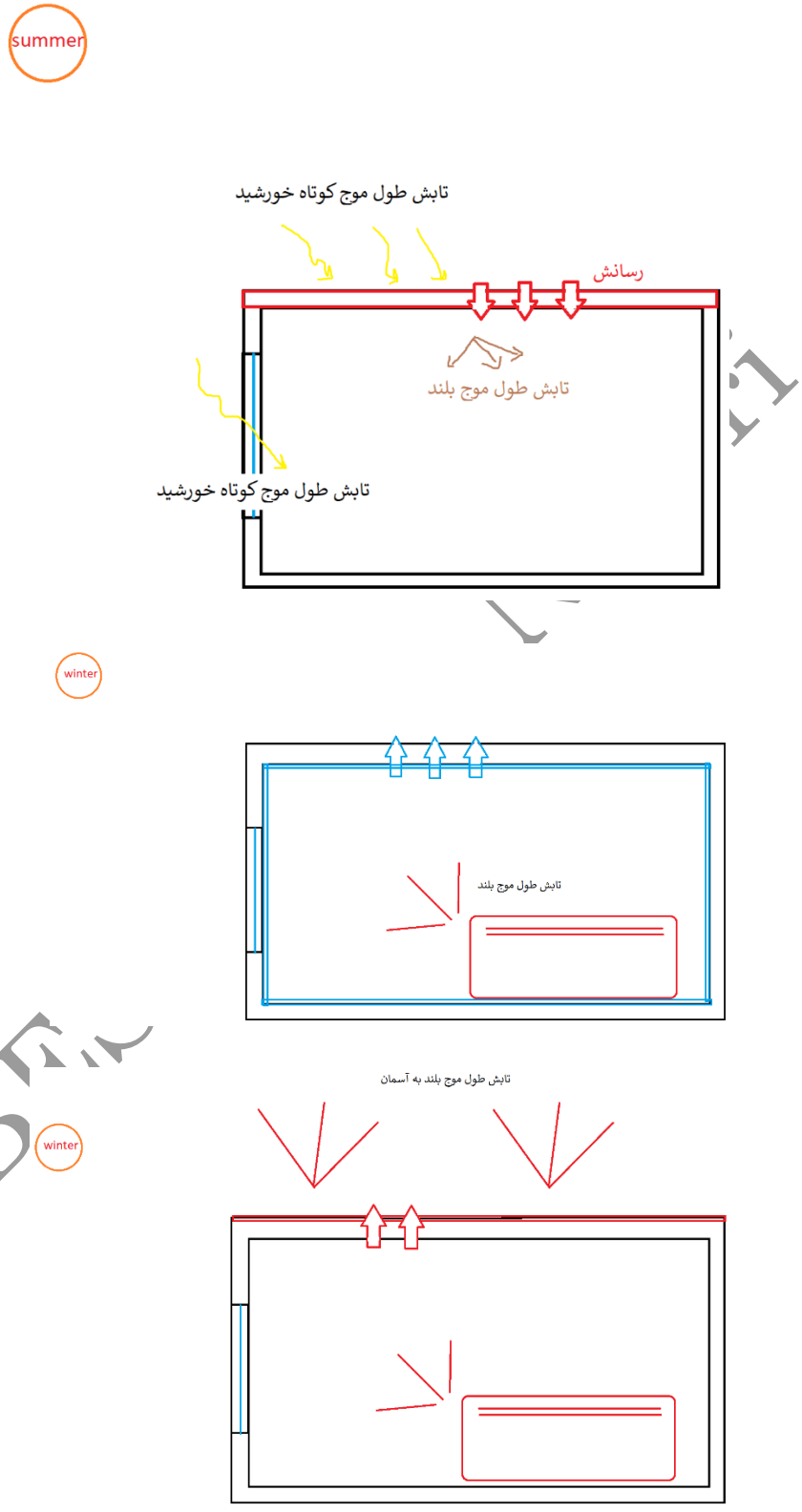
@ArcNaseri

نکات کلیدی:

- هر جسمی می‌تواند بخشی از تابش خورشیدی و طول موج‌های فوق را انجام دهد. مقدار این تابش و طول موج‌های آن وابسته به دمای جسم است؛ اما به‌طورکلی هر جسمی که دمای آن بیش از صفر کلوین (۲۷۳- درجه سلسیوس) باشد، تابش انجام خواهد داد.
- در یک فضای ساختمانی هر سطحی که دمای بیشتری داشته باشد به سایر سطوح تابش خواهد کرد. باتوجه‌به محدود بودن دمای سطوح در ساختمان این تابش از نوع طول موج بلند خواهد بود و تنها منبع دریافت تابش طول موج‌کوتاه، نور خورشید و پنجره‌های فضا خواهد بود.
- در فصول سرد سال تابش طول موج بلند (گرمایی) از سطوح گرم بدن انسان و سیستم‌های تأسیسات گرمایشی (مانند رادیاتور و بخاری) به سمت سطوح دیوارها، سقف، کف و پنجره‌های فضا خواهد بود.
- در فصول گرم تابستان، با دریافت تابش خورشیدی بر جداره‌های خارجی بنا، تابش طول موج‌کوتاه خورشید دمای سطوح را به‌شدت بالا خواهد برد. این گرما به روش هدایت از جداره عبور کرده و به سطح داخل جداره می‌رسد و از آنجا به سطوح سردتر داخل محیط (که توسط سیستم سرمایشی خنک شده است) می‌تابد و منجر به افزایش دمای محیط می‌گردد.

بنابراین، انتقال حرارت از طریق تابش فقط مربوط به دریافت تابش خورشیدی از پنجره‌ها نخواهد بود. این موضوع در تمام سطوح وجود خواهد داشت و شرط آن اختلاف دمای دو سطح است.

@ArcBES-Heidar Naseri



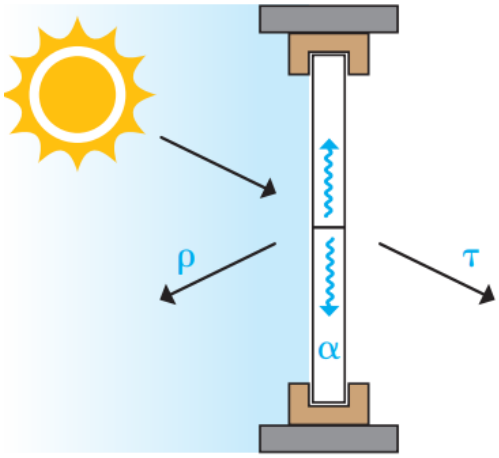
تصویر ۹-۹: انتقال حرارت به روش تابش در ساختمان

@ArcB

دلیل عدم تأثیر مثبت تابش خورشیدی در زمستان برای گرم‌کردن سطوح ساختمان مربوط به زاویه تابش خورشیدی است که در بخش‌های بعدی به آن اشاره خواهد شد. آخرین و مهم‌ترین نکته این بخش مربوط به انرژی منقل شده در روش تابش خورشیدی است. مقدار انرژی تابیده شده از هر ماده با توان چهارم آن رابطه مستقیم دارد به عبارت بهتر با دوبرابر شده دمای یک جسم مقدار انرژی تابیده شده ۱۶ برابر خواهد شد. این مقدار برای روش‌های همرفت و هدایت فقط دوبرابر در شرایط مشابه خواهد بود.

۶-۹ پنجره و تابش خورشیدی

پنجره یکی از اصلی‌ترین عناصر طراحی معماری است که هم‌زمان اجازه دید به محیط بیرون، دریافت انرژی خورشید و نور روز را به همراه دارد. از منظر تابش خورشیدی آشنایی با عملکرد پنجره بسیار مهم است. بخشی از تابش خورشیدی وارد شده به پنجره بازتاب، جذب و بخش دیگری از آن عبور خواهد کرد. توجه داشته باشید که بسته به نوع پنجره (چند جداره، کم گسیل و رنگی) مقادیر ضرایب ذکر شده تغییر خواهد نمود.

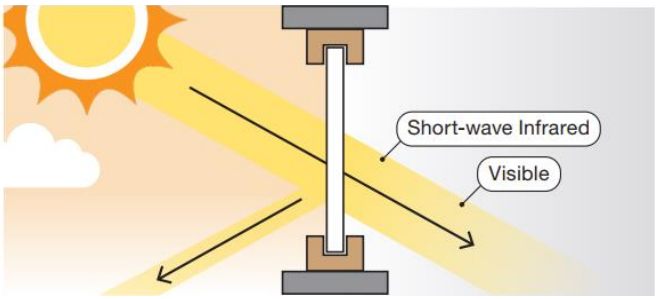


تصویر ۹-۱۰: پارامترهای معرف ویژگی‌های پنجره

بخشی از نور خورشید که وارد فضا می‌شود خود به دودسته تقسیم‌بندی می‌گردد، طول موج‌های مرئی که باعث ایجاد نور و روشنایی طبیعی می‌گردند و اثر گرمایی ندارد که به‌عنوان Visual Transmittance یا VT شناخته می‌شوند. بخش دیگر تابش خورشیدی وارد شده دارای طول موج‌های کوتاه است که انرژی زیادی با خود به همراه دارند. این بخش از تابش خورشیدی با برخورد به جداره کف

Heidar Naseri

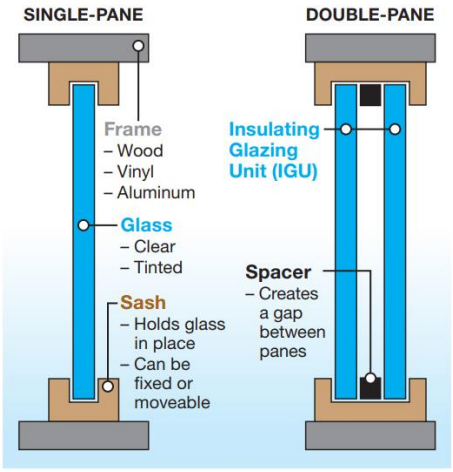
داخلی و بازتاب به سطوح مختلف سقف و دیواره‌ها باعث بالارفتن دمای سطوح و سپس تابش طول موج بلند از این سطوح خواهد شد. به این جز از تابش وارد شده از پنجره Solar Heat Gain Coefficient یا SHGC گفته می‌شود.



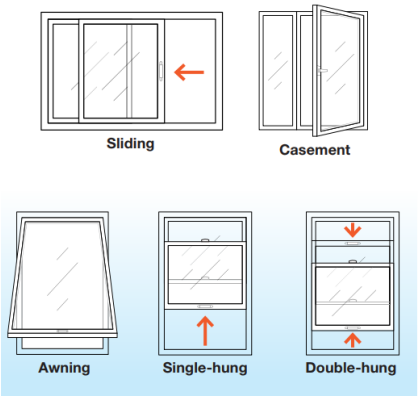
تصویر ۹-۱۱: عبور تابش خورشیدی از پنجره

۹-۶-۱ اجزای پنجره

هر پنجره دارای اجزایی مشخص است و برای ایجاد جریان تهویه طبیعی به طرق مختلف باز و بسته خواهد شد. اجزای پنجره می‌توانند از مصالح مختلف ساخته شوند. فریم‌ها نقش عمده‌ای در انتقال حرارت دارند، توجه داشته باشید که انتخاب فریم‌های آلومینیومی یا فلزی به‌شدت انتقال حرارت را افزایش خواهد داد. چراکه حرارت ساده‌ترین مسیر را برای انتقال از محیط داخل به خارج ساختمان انتخاب خواهد نمود؛ بنابراین ایجاد پنجره دو یا چند جداره با استفاده از فریم‌های آلومینیومی یا فلزی کمک چندانی به بهبود مسئله انتقال حرارت نخواهد کرد. توجه کنید که هرچه پنجره کیفیت بالاتری در قفل‌شدن داشته باشد، می‌تواند مقدار نفوذ ناخواسته هوا را از بخش‌های بازشونده خود بیشتر کاهش دهد.



Dr.BES-Heidar Naseri



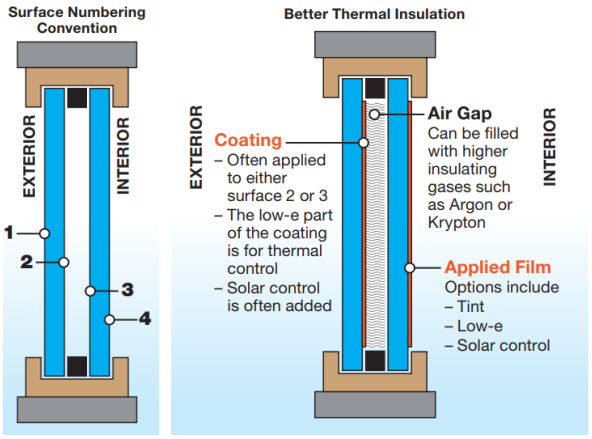
تصویر ۹-۱۲: جزئیات مختلف پنجره

انواع مختلفی از شیشه‌ها وجود دارد که می‌تواند در ساخت پنجره‌ها مورداستفاده قرار گیرد. شیشه‌های رنگی و شیشه‌های کم گسیل از این نوع هستند. شیشه‌های رنگی فقط مقدار VT را تحت‌تأثیر قرار خواهند داد و در مقدار تابش طول موج‌کوتاه وارد شده از پنجره تأثیر چندانی خواهند داشت. این در حالی است که شیشه‌های کم گسیل هر دو مورد را به طور چشمگیر تحت‌تأثیر خود قرار خواهند داد. این شیشه‌ها از طریق اعمال یک پوشش بر روی شیشه‌های شفاف یا رنگی به وجود خواهند آمد.

نکات کلیدی:

- درصورتی‌که از فریم‌های UPVC استفاده می‌کنید باید به مسئله انبساط و انقباض این مواد در مقابل تابش خورشیدی توجه کنید. به همین دلیل یک فریم فلزی (آهنی) به‌عنوان چهارچوب نصب این فریم‌ها در نظر گرفته می‌شود. این فریم انبساط UPVC را خنثی خواهد نمود. در این صورت توجه داشته باشید که انتقال حرارت از فریم فلزی، منجر به ازبین‌رفتن اثر پنجره چند جداره شما خواهد شد. در این صورت حتماً به عایق‌کاری فریم فلزی از بیرون ساختمان اقدام نمایید.

@ArcBES-Heidar Naseri

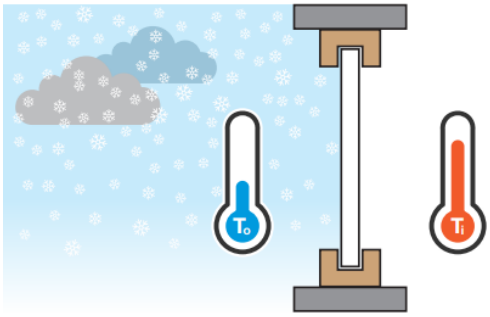


تصویر ۹-۱۳: نام گذاری و ویژگی‌های سطوح پنجره

- قرارگیری پوشش کم در بین دوجداره پنجره و در سطوح ۲ یا ۳ خواهد بود.
- پوشش‌های کم گسیل دارای دو مشخصه اصلی هستند. جذب و گسیل. همان‌طور که اشاره شده همه موادی که دما آن‌ها از صفر کلوین بالاتر هستند، تابش طول موج بلند انجام خواهند داد که به آن گسیل تابش طول موج بلند گفته می‌شود. تمامی عناصر مجاور عنصر گرم‌تر، تابش‌های طول موج بلند آن‌ها را جذب خواهند کرد؛ بنابراین هر ماده باتوجه‌به مشخصات خود مقدار جذب و گسل مشخص خواهد داشت. پوشش‌های کم گسیل از همین اصل استفاده می‌کنند.
- در اقلیم‌های گرم، پوشش‌های کم گسیل در سطح دوم قرار می‌گیرند. این پوشش‌ها باید ضریب گسیل زیادی و جذب اندکی داشته باشند تا تابش وارد شده به پنجره را به محیط بیرون انتقال دهند تا از گرم‌شدن محیط داخل جلوگیری کنند.
- در اقلیم‌های خیلی سرد پوشش کم گسیل در سطح سوم قرار می‌گیرند. این پوشش‌ها باید ضریب گسیل بالا و جذب بالا داشته باشند تا تابش گرمایی سطوح داخلی به پنجره را بازتاب دهند، همچنین با ضریب جذب بالای خود تابش خورشیدی وارد شده به پنجره را به سمت داخل ساختمان هدایت کنند.

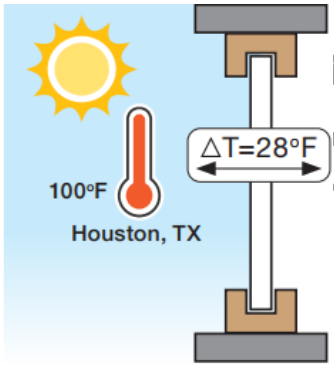
@ArcBES-Heidar Naseri

- هر پنجره بر اساس تعداد لایه‌های شیشه و لایه هوای بین آن‌ها می‌تواند مقادیر متفاوتی از مقاومت حرارتی داشته باشد. هر چه این مقدار بیشتر باشد، دمای سطح داخلی پنجره در فصول زمستان بیشتر خواهد بود و اثر سطوح سرد پنجره که در بخش تابش خورشیدی اشاره شده است، کاهش خواهد یافت.



تصویر ۹-۱۴: انتقال حرارت در پنجره

- در شرایط تابستانی نیز تابش خورشیدی برخوردکننده به پنجره منجر به افزایش دمای آن (ضریب جذب) خواهد شد. گرم‌شدن پنجره منجر به تابش طول موج بلند به تمام سطوح داخلی خواهد شد. علاوه بر این گرما از طریق هدایت نیز وارد فضا خواهد شد.



تصویر ۹-۱۵: افزایش دمای سطح بیرونی پنجره در تابش خورشید

- به‌سادگی می‌توانید کیفیت ساخت پنجره چند جداره را بررسی نمایید. به این منظور در یک روز سرد (بدون حضور خورشید در آسمان و در شرایط ابری) که دمای محیط بیرون اندک است، دست خود را روی شیشه داخلی قرار دهید. اگر احساس سرمای شدیدی کردید، پنجره شما کیفیت زیادی ندارد. چراکه دمای سطح داخل و محیط بیرون شیشه اختلاف اندکی دارد.

@ES-Heidar Naseri

در این پنجره‌ها به دلیل کاهش دمای سطح داخلی و رسیدن به دمای میعان (۱۰ درجه) باز هم شاهد بروز قطرات آب روی پنجره خواهیم بود.

- در پنجره‌های تک‌جداره به دلیل وجود میعان شدید (در اقلیم‌های سرد و خیلی سرد) حتماً باید مسیری برای خروج آب در نظر گرفته شود. وجود آن اجتناب‌ناپذیر است. این حفره خود
- باعث افزایش نفوذ ناخواسته جریان هوای سرد خواهد شد. این موضوع در بخش اقلیم و رطوبت نسبی به تفضل توضیح داده شده است.

تصویر ۹-۱۶: میعان روی پنجره

۱۰ آسایش حرارتی

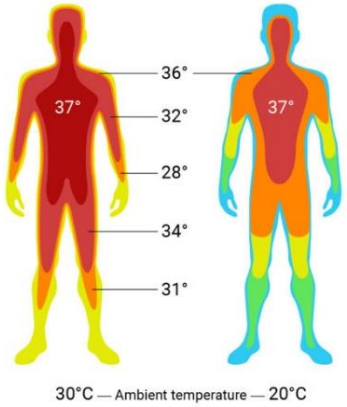
هدف اصلی طراحی معماری ایجاد فضاهای مناسب برای زندگی و رفع نیازهای کاربران فضا است. این نیازهای می‌توانند در چندین بخش دسته‌بندی شوند. نیاز به زیبایی معماری، تأمین امنیت سازه‌ای، دسترسی‌های مناسب، محرمیت، کیفیت فضایی، کاهش مصرف انرژی و رعایت الزامات طراحی ساختمان در کنار مسائل مربوط به هزینه‌های ساخت اصلی‌ترین مواردی است که هر طراح معمار باید به آن توجه کند.

همان گونه که قبلاً اشاره شد، هرچه ساختمان بتواند اختلاف بین دمای محیط و آسایش انسان را کاهش دهد مصرف انرژی ساختمان کاهش پیدا خواهد کرد. بر همین دلیل آشنایی با آسایش انسان و تأمین آن‌ها چه با استفاده از رویکردهای معمارانه یا استفاده از سیستم تأسیسات ضروری است.

@ArcBES-Hesar Naseri

۱۰-۱ شناخت فیزیک انسان

انسـان‌ها موجوداتی خون‌گرم هسـتند به این معنی که برای بقا نیاز به تغذیه و تأمین انرژی دارند. دمای بدن انسـان حدود ۳۴.۵ تا ۳۶.۵ درجه اسـت. این در حالی اسـت که محیط زندگی انسـان باید دمایی کمتر از این حد داشـته باشـد تا بتواند به زندگی و فعالیت ادامه دهد. زمانی که دمای محیط کمتر از حد قابل‌قبول برای بدن انسان باشد، رفتارهایی برای جبران این کمبود به وجود می‌آید که اولین آن لرزش بدن اسـت. همچنین ناخودآگاه انسـان به افزایش پوشـش بدن خود برای کاهش اتلاف حرارتی بدن خود روی می‌آورد. در شرایطی که بدن انسان در شرایط گرم‌تر از وضعیت مناسب خود (حدود ۲۵ درجه برای محیط) قرار گیرد، بدن انسان اقدام به ایجاد تعرق و استفاده از تبخیر سطحی برای کاهش دمای خود اقدام می‌کند. همچنین ناخودآگاه تمایل انسان برای استفاده از راهکارهایی است که بتواند خنکی ایجاد نماید. استفاده از غذاهای خنک و سیستم‌های سرمایشی در همین راستا است.



تصویر ۱۰-۱: دمای بدن انسان در لایه‌های مختلف

باتوجه‌به ماهیت فیزیکی بدن انسان مطالعات مختلفی برای سنجش تأثیر شرایط محیط بر آسایش حرارتی انسان انجام شده است.

۱۰-۲ نظریه تعادل حرارتی

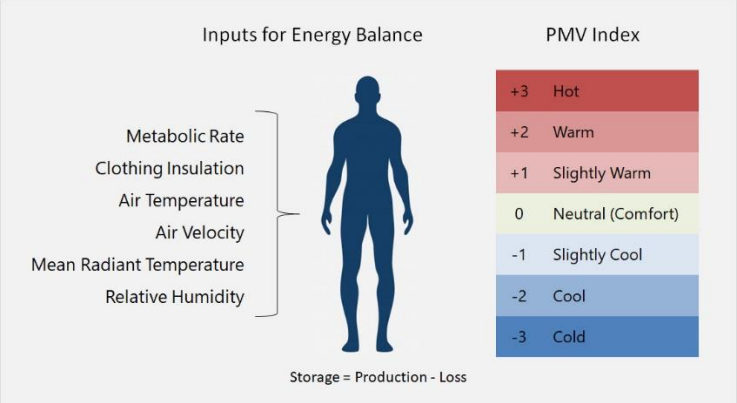
این نظریه آسـایش حرارتی انسـان را تابع ۶ عنصـر و شـاخصـه می‌داند که شـامل دمای محیط، رطوبت، جریان هوا، میانگین دمای تابشی، میزان سوخت‌وساز بدن (فعالیت) و مقدار لباس افراد است. همه

@Ar_S-Heidar Naseri

این موارد تأثیر به سـزایی در راحتی و احسـاس حرارتی افراد دارد؛ بنابراین بیان یک عدد به‌عنوان مبنای آسایش افراد نادرست است.

علاوه بر موارد مذکور عوامل دیگری نیز در آسایش حرارتی افراد مؤثر است که در این نظریه دیده نشده است. از جمله آن می‌توان به جنسیت، سن، نژاد و انتظارات افراد نیز اشاره کرد.

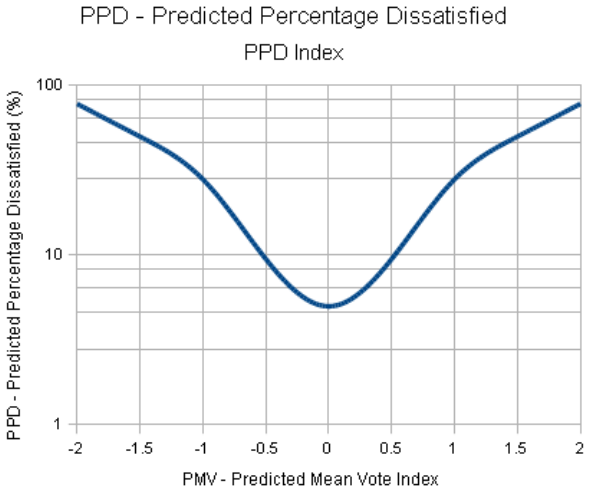
نظریه تعادل حرارتی توسـط فانگر ارائه شـده اسـت که از طریق آزمایش‌هایی روی فردی با مشخصات استاندارد (قد ۱۷۰ سانتی‌متر) در شرایط آزمایشگاهی انجام شده است. براین‌اساس چهار عامل اصلی دما، رطوبت، جریان هوا و میانگین دمای تابشی از طریق سیستم‌های تأسیسات تنظیم شده و مقدار فعالیت و نرخ لباس فرد به‌صورت دستوری تنظیم شده است. سپس در شرایط مختلف، میزان رضایت فرد از وضعیت موجود با استفاده از پرسش‌نامه سنجیده شده است. نتایج حاصل از این کار به‌صورت شاخص PMV معرفی شده است.



تصویر ۱۰-۲: مقادیر شاخص PMV

همان‌طور که قابل‌مشـاهده اسـت PMV مقدار رضـایت افراد از شـرایط حرارتی محیط داخل سـاختمان را نشـان می‌دهد. در راسـتای تکمیل این نظریه شـاخص PPD معرفی شـده اسـت که مقدار نارضایتی افراد را به‌صورت درصد نشان خواهد داد.

@Ali Naseridar Naseri



تصویر ۱۰-۳. مقادیر شاخص PPD

همان گونه که قابل‌مشاهده است زمانی که PMV روی صفر یا مقدار خنثی قرار دارد، کماکان حدود ۵٪ از افراد از شرایط حرارتی رضایت ندارند. استانداردهای مختلف از این نظریه برای بررسی شرایط آسایش حرارتی بهره برده‌اند و هر یک حدود قابل‌قبول برای PMV و PPD را برای فضاهای مختلف پیشنهاد داده‌اند.

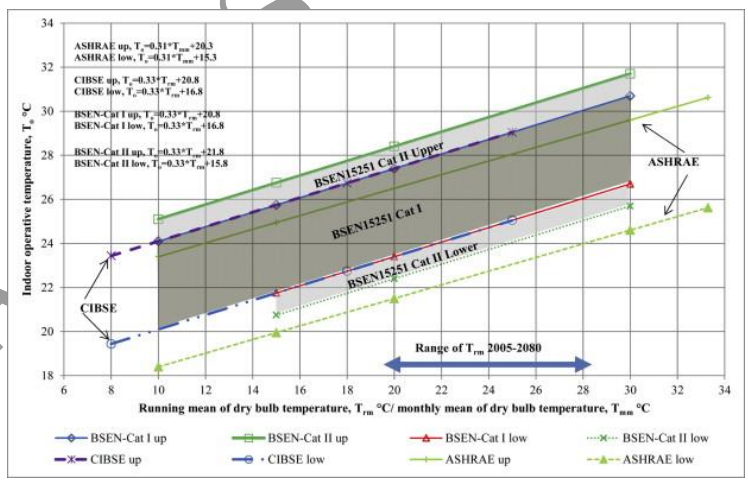
نباید مفهوم آسایش حرارتی با مفهوم مصرف انرژی ساختمان دچار تداخل شود. چراکه در بسیاری از ساختمان‌های در دست طراحی یا ساخته شده با وجود مصرف انرژی قابل توجه، آسایش حرارتی ساکنین تأمین نگردیده است. در واقع مصرف انرژی در ساختمان برای تأمین گرمایش و سرمایش لزوماً تأمین‌کننده آسایش نخواهد بود. در چنین شرایطی کاربران اقدام به نصب سیستم‌های تأسیسات کمکی می‌نمایند که نتیجه آن افزایش مصرف انرژی و افزایش هزینه‌های خرید و نصب تجهیزات گرمایشی و سرمایشی بیشتر خواهد بود. از طرف دیگر، ساختمانی که بتواند بدون استفاده از سیستم‌های تأسیسات و با استفاده از اصول طراحی معماری، آسایش حرارتی بیشتری فراهم کند، قطعاً مقادیر مصرف انرژی بسیار کم‌تری خواهد داشت.

@ArcBES-Heidar Naseri

۱۰-۳ نظریه سازگاری

در نظریه قبلی، تمامی اندازه‌گیری‌ها و ارزیابی‌ها در محیط آزمایشگاه و در حضور مستمر سیستم‌های تأسیسات در نظر گرفته شده است. نظریه سازگاری در سمت مخالف این رویکرد قرار دارد و بیان می‌کند که محیط داخلی ساختمان مانند آزمایشگاه نیست و افراد می‌توانند نقش فعالی در تأمین شرایط آسایش خود با استفاده از رفتارهای سازگاری داشته باشند. به‌عنوان‌مثال می‌توانند در مواقع لزوم پنجره‌ها را بازکرده و از تهویه طبیعی استفاده نمایند یا برای گرم‌کردن خود لباس‌های ضخیم‌تر استفاده نمایند.

این نظریه آسایش حرارتی کاربران را تابعی از میانگین دمای ماهیانه هر منطقه می‌داند. به عبارت بهتر مثلاً در شهر اهواز میانگین دمای ماه خرداد حدود ۳۲ درجه و در شهر تبریز حدود ۲۶ درجه باشد، در این صورت دمای آسایش فضاها در اهواز چند درجه بالاتر از شهر تبریز خواهد بود یعنی اگر دمای آسایش در شهر تبریز در ماه خرداد برابر با ۲۴ درجه باشد، افراد در اقلیم اهواز در دمای ۲۸ درجه نیز آسایش خواهند داشت. درحالی‌که دمای ۲۸ درجه قطعاً در تبریز غیرقابل‌تحمل خواهد بود.



تصویر ۱۰-۴: نمونه‌ای از دمای خنثی و بازه آسایش بر اساس مدل سازگاری

همان گونه که اشاره شد، تنها عامل در نظر گرفته شده در این رویکرد مربوط به میانگین دمای ماهیانه است و هر منطقه نیاز به تعیین نمودار خود خواهد داشت.

@A...S-Heidar Naseri

۱۰-۴ جمع‌بندی آسایش حرارتی

نتایج تحقیقات مختلف نشـــان داده اســـت که هیچ یک از رویکردهای ذکر شـــده (با اینکه در استانداردهای مختلف مورداستفاده هستند) نمی‌توانند شرایط راحتی کاربران را به‌درستی پیش‌بینی کنند. هر یک از این رویکردها با نرم‌افزارهای مختلف در فضـاهای مختلف قابل‌اندازه‌گیری هســتند. اما باید توجه نمود که باتوجه‌به مطالعات سـنجش دقت این رویکردها، فقط حدود ۳۰٪ همخوانی بین نتایج شـاخص‌ها و نظرات کاربران وجود دارد.

۱۰-۵ دمای عملکردی

همان‌طور که اشاره شد دمای آسایش افراد با دمایی که در دماسنج مشاهده می‌شود متفاوت است. دلیل این موضوع مربوط به درک افراد از دما است. به‌عنوان‌مثال دمای اعلام شده (اداره هواشناسی) برای شهر تهران در خردادماه برابر با ۲۳ درجه است. این در حالی است که افراد از گرمی هوا شکایت می‌کنند. دلیل این موضوع مربوط به درک متفاوت افراد است. چراکه افراد علاوه بر دمای خشک (دمای اعلام شده توسط هواشناسی یا دمای دماسنج)، میانگین دمای تابشی و سرعت هوا را نیز در دمای درک شده خودشان می‌گنجانند. دمایی که توسـط افراد درک می‌شـود با عنوان دمای عملکردی شـناخته می‌شـود و از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$t_o = \frac{(t_{mr} + (t_a \times \sqrt{10v}))}{1 + \sqrt{10v}}$$

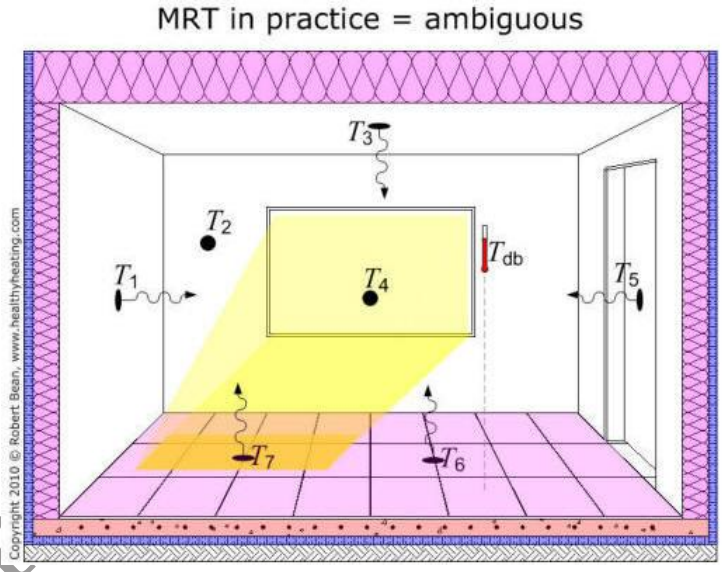
دراین‌رابطه Tmr، Ta، V و To به ترتیب نمایش‌دهنده میانگین دمای تابشی، دمای هوای خشک، سرعت هوا و دمای عملکرد است. درصورتی‌که در فضای داخلی حضور داشته باشیم و سرعت هوا ناچیز باشد، دمای عملکردی میانگینی از دمای محیط و دمای تابشی خواهد بود.

باتوجه‌به مطالب عنوان شده باز آسایش افراد می‌تواند متفاوت باشد ولی به‌طورکلی دمای عملکردی بین ۱۸ تا ۲۵ درجه به‌عنوان محدوده آسایش شناخته می‌شود.

@ArcBES-Heidar Naseri

۱۰-۶ میانگین دمای تابشی

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، تابش خورشیدی برخوردکننده به بنا دارای طیف گسترده‌ای از طول موج‌ها است که فقط طول موج‌های کوتاه از شیشه و سطوح شفاف عبور می‌کند، برخورد این طول موج‌های کوتاه به کف فضا (با فرض عدم استفاده از موکت یا فرش و عناصر مختل‌کننده تابش خورشید به کف فضا) منجر به افزایش تدریجی دمای کف فضا خواهد شد (باتری حرارتی). با افزایش دمای کف فضا، تابش طول موج بلند از کف با سایر سطوح اتفاق می‌افتد و این تابش از جداره پنجره و شیشه قابل عبور نخواهد بود (اثر گلخانه‌ای). همچنین در فصول گرم سال به‌واسطه تابش خورشیدی به جداره‌های ساختمان، دمای آن‌ها افزایش‌یافته و تابش از این سطوح به سمت افراد داخل فضا و سطوح سرد (خنک شده توسط سیستم تأسیسات) رخ خواهد داد.



تصویر ۱۰-۵: دیاگرام دمای تابشی

بدن افراد این تابش‌های طول موج بلند را احساس خواهد کرد. در برداشت‌های میدانی و اندازه‌گیری این مقادیر از طریق وسیله‌ای به نام دماسنج کروی انجام می‌شود. در واقع عدد نشان‌داده‌شده در این وسیله میانگینی از تابش طول موج بلند در داخل فضا است.

@Ar Naseri

تصویر ۱۰-۶دماسنج کروی

توجه داشته باشید که عدد این دماسنج کاملاً با دماسنج معمولی متفاوت است. شاید دماسنج معمولی شما (عدد روی کولرگازی) ۲۵ درجه را نشان دهد، درحالی‌که میانگین دمای تابشی محیط به ۳۶ درجه برسد. با فرض اینکه سرعت هوا در داخل محیط اندک باشد در این صورت دمای عملکردی محیط برابر خواهد بود با ۳۰.۵ درجه که حدود ۵ درجه از محدوده آسایش کاربران بیشتر است؛ بنابراین کاربران برای احساس خنکی بیشتر اقدام به کاهش دمای کولرگازی می‌نمایند؛ بنابراین برای رسیدن به حدود آسایش حرارتی در چنین فضایی باید دمای کولر به عدد ۱۴ درجه کاهش یابد (موردی که به‌وفور در فضاهای اداری، تجاری و مسکونی دیده می‌شود).

۱۱ اقلیم

به‌طورکلی منظور از اقلیم، چهار عامل دما، رطوبت، باد و تابش خورشیدی است. هر یک از این موارد می‌تواند در مقدار انتقال حرارت جداره‌های ساختمان تأثیرگذار باشد؛ بنابراین شناخت این عوامل و شناخت اقلیم در مراحل مطالعاتی فاز صفر پروژه الزامی است.

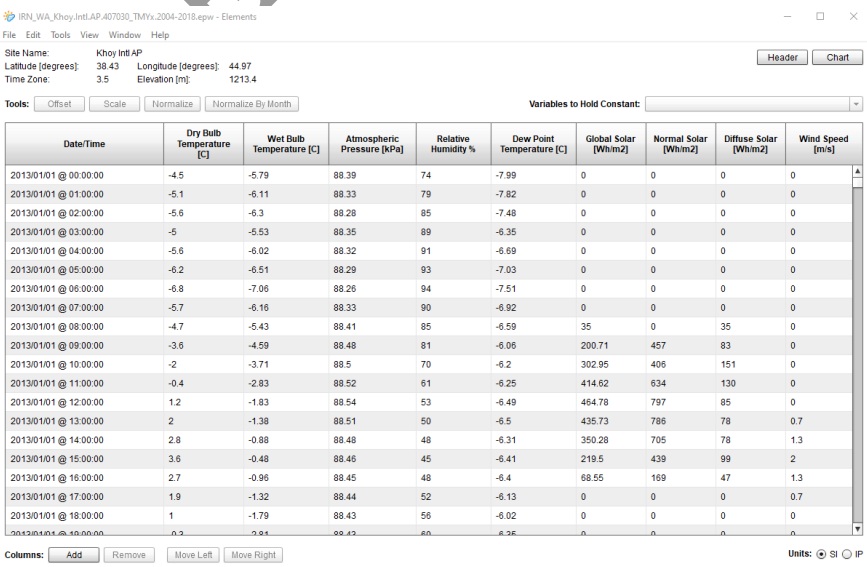
همان گونه که اشاره شده در انتقال حرارت از طریق هدایت، اختلاف دمای دو سطح دیوار بسیار تعیین‌کننده است. سطح داخلی دمایی مشخص (محدوده آسایش) دارد. درحالی‌که دمای محیط بیرون مدام در حال تغییر است. همچنین تابش خورشیدی دریافت شده در سطوح خارجی بنا نیز باعث تغییر دمای سطوح خواهد شد؛ بنابراین اهمیت این موضوع نیز بسیار زیاد است. در ادامه به بررسی پارامترهای ایجادکننده هر اقلیم پرداخته شده است.

@ArcBES-Heidar Naseri

۱-۱۱ فایل‌های آب‌وهوایی

از آنجایی چهار پارامتر اقلیمی در هر لحظه دچار تغییر می‌شوند. اندازه‌گیری لحظه‌ای آن‌ها مشکل است. از طرف دیگر این اطلاعات معیار و ورودی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مصرف انرژی، آسایش حرارتی، نور روز و خیرگی نیز هستند؛ بنابراین برای ساده‌تر شدن و کاهش تعداد معادلات انتقال حرارت، برای هر اقلیم فایل‌های به وجود آمده است که برای هر ساعت (۳۶۵*۲۴) مشخصات اصلی اقلیم در آن ذکر شده است. این فایل‌ها اولین‌بار توسط نرم‌افزار انرژی پلاس معرفی و مورداستفاده قرار گرفته است. به این فایل‌ها به‌اختصار EPW گفته می‌شود.

همان گونه که قابل‌مشاهده است هر فایل نشان‌دهنده یک موقعیت خاص جغرافیایی با طول و عرض از مبدأ متفاوت است. برای هر ساعت از سال تمامی اطلاعات موردنیاز به‌صورت کاملاً مرتب دسته‌بندی‌شده‌اند. این اطلاعات از طریق ایستگاه‌های هواشناسی استخراج شده است. برای اینکه که فایل آب‌وهوایی نماینده یک اقلیم باشد، باید نشان‌دهنده وضعیت محیط در یک بازه زمانی طولانی باشد. به همین دلایل فایل‌های آب‌وهوایی از داده‌های هواشناسی در یک بازه زمانی ۲۰ تا ۵۰ سال استخراج می‌گردند.


IRN_WA_Khoy.Intl.AP.407030_TMYx.2004-2018.epw - Elements

File Edit Tools View Window Help

Site Name: Khoy Intl AP
Latitude [degrees]: 38.43 Longitude [degrees]: 44.97
Time Zone: 3.5 Elevation [m]: 1213.4

Header Chart

Tools: Offset Scale Normalize Normalize By Month Variables to Hold Constant:

Date/Time	Dry Bulb Temperature [C]	Wet Bulb Temperature [C]	Atmospheric Pressure [kPa]	Relative Humidity %	Dew Point Temperature [C]	Global Solar [Wh/m2]	Normal Solar [Wh/m2]	Diffuse Solar [Wh/m2]	Wind Speed [m/s]
2013/01/01 @ 00:00:00	-4.5	-5.79	88.39	74	-7.99	0	0	0	0
2013/01/01 @ 01:00:00	-5.1	-6.11	88.33	79	-7.82	0	0	0	0
2013/01/01 @ 02:00:00	-5.6	-6.3	88.28	85	-7.48	0	0	0	0
2013/01/01 @ 03:00:00	-5	-5.53	88.35	89	-6.35	0	0	0	0
2013/01/01 @ 04:00:00	-5.6	-6.02	88.32	91	-6.69	0	0	0	0
2013/01/01 @ 05:00:00	-6.2	-6.51	88.29	93	-7.03	0	0	0	0
2013/01/01 @ 06:00:00	-6.8	-7.06	88.26	94	-7.51	0	0	0	0
2013/01/01 @ 07:00:00	-5.7	-6.16	88.33	90	-6.92	0	0	0	0
2013/01/01 @ 08:00:00	-4.7	-5.43	88.41	85	-6.59	35	0	35	0
2013/01/01 @ 09:00:00	-3.6	-4.59	88.48	81	-6.06	200.71	457	83	0
2013/01/01 @ 10:00:00	-2	-3.71	88.5	70	-6.2	302.95	406	151	0
2013/01/01 @ 11:00:00	-0.4	-2.83	88.52	61	-6.25	414.62	634	130	0
2013/01/01 @ 12:00:00	1.2	-1.83	88.54	53	-6.49	464.78	797	85	0
2013/01/01 @ 13:00:00	2	-1.38	88.51	50	-6.5	435.73	786	78	0.7
2013/01/01 @ 14:00:00	2.8	-0.88	88.48	48	-6.31	350.28	705	78	1.3
2013/01/01 @ 15:00:00	3.6	-0.48	88.46	45	-6.41	219.5	439	99	2
2013/01/01 @ 16:00:00	2.7	-0.96	88.45	48	-6.4	68.55	169	47	1.3
2013/01/01 @ 17:00:00	1.9	-1.32	88.44	52	-6.13	0	0	0	0.7
2013/01/01 @ 18:00:00	1	-1.79	88.43	56	-6.02	0	0	0	0

Columns: Add Remove Move Left Move Right Units: SI IP

تصویر ۱۱-۱: خلاصه اطلاعات فایل آب و هوایی EPW

@AS-Heidar Naseri

+ در سایت اصلی انرژی پلاس به نشانی زیر فقط شش فایل آب‌وهوایی برای کشور ایران ارائه شده است که باتوجه‌به تنوع اقلیمی و موارد آموزش‌داده‌شده در بخش انتقال حرارت و تنوع اقلیمی کشور قطعاً کافی نخواهد بود.

https://energyplus.net/weather

+ یکی دیگر از سایت‌های ارائه‌دهنده رایگان فایل آب‌وهوایی از طریق زیر قابل‌دسترسی است. در این سایت نیز برای هر استان چند فایل قرار داده شده است. اما باز هم این تعداد باتوجه‌به تنوع اقلیمی کافی نخواهد بود.

https://climate.onebuilding.org/WMO_Region_2_Asia/IRN_Iran/index.html

۲-۱۱ استفاده از فایل آب‌وهواشناسی

فایل‌های آب‌وهوایی برای دو هدف مورداستفاده قرار می‌گیرند:

- شبیه‌سازی مصرف انرژی، آسایش حرارتی، نور روز و خیرگی
- آنالیز اقلیم و خرد اقلیم

زمانی که از فایل‌های آب‌وهوایی برای آنالیز اقلیم و خرد اقلیم استفاده می‌گردد، هدف شناخت اقلیم و اثر آن روی خرد اقلیم است؛ بنابراین دسترسی به فایلی که مشخصات کلی اقلیم در چهار پارامتر اقلیمی را به‌درستی نشان دهد کافی خواهد بود؛ درصورتی‌که دسترسی به فایل آب‌وهوایی از سایت‌های ذکر شده ممکن نباشد، از نرم‌افزار متئونرم برای ایجاد فایل‌های آب‌وهوایی استفاده نمایید. این نرم‌افزار توانایی ساخت فایل‌های آب‌وهواشناسی را دارد.

برای شبیه‌سازی عملکرد انرژی ساختمان نیز می‌توانیم از متئونرم استفاده کنیم اما باید توجه داشت که دقت نتایج حاصل از شبیه‌سازی انرژی تابعی از اقلیم (فایل آب‌وهوایی)، هندسه ساختمان (طرح معماری)، مصالح، کاربری و سیستم‌های تأسیسات مفروض در ساختمان است. همان‌طور که در بخش طراحی اقلیمی توضیح داده شد، شبیه‌سازی انرژی ساختمان در دو فاز انجام خواهد شد. فاز اول مربوط به

@ArcBES-Heidar Naseri

مقایسه آلترناتیوهای طراحی است. در این فاز برای همه آلترناتیوها مشخصات یکسان باید در نظر گرفته شود تا اثر طراحی معماری معیار مقایسه نتایج قرار گیرد. به همین منظور فایل آب‌وهوایی که نشان‌دهنده کلیت اقلیم باشد در این مرحله کفایت خواهد کرد.

در فاز دوم، هدف تعیین مصرف انرژی نهایی ساختمان است. در این مرحله نیاز است تمامی موارد از جمله کاربری، مصالح و تأسیسات گرمایش و سرمایش ساختمان بادقت مدل‌سازی شوند. اما توجه نمایید که نمی‌توان در مورد همه چیز قطعی صحبت نمود. به‌عنوان‌مثال کاربری در نظر گرفته شده برای یک واحد مسکونی ۴ نفر بوده است و شبیه‌سازی بر اساس آن انجام شده است. درصورتی‌که بعدها تعداد بیشتر یا کمتری از این افراد از فضا استفاده نمایند یا تجهیزات به‌کارگرفته‌شده در فضا تغییرات داشته باشند (کاربران هر فضا را باتوجه‌به نیازهای خود تغییر خواهند داد)، قطعاً مقادیر مصرف انرژی ساختمان تغییر خواهد کرد. همچنین در شرایطی‌که یک سال شاهد تابستان گرم‌تر یا زمستان سردتر باشیم قطعاً مقادیر مصرف انرژی پیش‌بینی‌شده در ساختمان با مقادیر واقعی ثبت شده (از طریق کنتور برق و گاز) متفاوت خواهد بود. به همین دلیل مقدار مصرف انرژی ساختمان همواره با تولورنس ۱۵٪ اعلام خواهد شد.

- باتوجه‌به توضیحات ارائه شده استفاده از فایل‌های آب‌وهوایی مستخرج از متئونرم بلامانع است. توجه داشته باشید برای استفاده در مقالات معتبر علمی نمی‌توان از این فایل‌ها استفاده کرد مگر آنکه صحت اطلاعات فایل با داده‌های هواشناسی منطقه در بازه زمانی حداقل ۵ ساله تطابق داده شده و اختلاف ناچیز گزارش شود.

۳-۱۱ دمای هوا

همان‌طور که اشاره شد، دمای محیط خارج در مقادیر مصرف انرژی و انتقال حرارت ساختمان بسیار اهمیت دارد. از روی فایل آب‌وهوایی و با استفاده از پلاگین لیدی باگ می‌توان به بررسی دما هوا پرداخت. هدف از این قسمت تعیین حدودی اقلیم و قراردادن آن در یکی از دسته‌های زیر است:

@ArcBES-Heidar Naseri

بسیار گرم	گرم	معتدل	سرد	بسیار سرد

تصویر ۱۱-۲: دسته بندی اقلیمی از منظر تاثیر بر معماری ساختمان

به این منظور لازم است دمای محیط خارج در ۵ بازه مورد بررسی قرار گیرد. این بازه‌ها عبارت‌اند از دماهای بیش از ۳۲ درجه سانتی‌گراد (نشان‌دهنده شرایط بسیار گرم) بازه ۲۵ تا ۳۲ درجه (نشانگر شرایط گرم)، بازه بین ۱۶ تا ۲۵ درجه (معتدل)، بازه ۱۶ تا ۶ درجه (اقلیم سرد) و بازه کمتر از ۶ درجه (نماینده شرایط بسیار سرد).

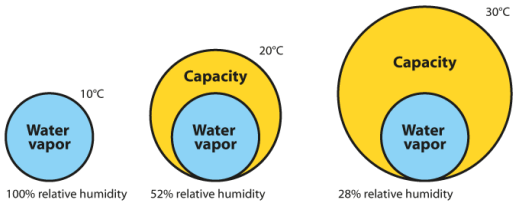
غلب بودن دما در هر بازه می‌تولند راهکارهای طراحی در آن اقلیم را تغییر دهد. به‌عنوان‌مثال در اقلیم‌هایی که هم دارای بازه سرد، معتدل و گرم هستند، توجه به راهکارهای گرمایشی و سرمایشی اهمیت دارد. درحالی‌که شرایط بسیار سرد غالب باشد، کاهش اتلاف حرارتی جداره‌ها، کاهش ابعاد پنجره‌ها و کاهش نفوذ ناخواسته هوا و استفاده از فضاهای کنترل نشده بیشترین اهمیت را خواهد داشت.

در بخش زیر فضای خالی در نظر گرفته شده است تا بتوانید موارد تکمیلی ذکر شده در پکیج را نت برداری کنید.

@ArcBES-Heidar Naseri

۴-۱۱ رطوبت نسبی

رطوبت نسبی یعنی مقدار فشار مولکول‌های بخار آب به فشار هوای خشک حامل آن، حاصل این عبارت به‌صورت درصد بیان می‌شود و رابطه عکس با دما دارد. هرچه دمای محیط بیشتر باشد فاصله بین مولکول‌ها بیشتر خواهد شد؛ بنابراین توان پذیرش هوا برای مولکول‌های بخار آب بیشتر خواهد شد. به عبارت بهتر هوای مرطوب یعنی هوایی که قابلیت پذیرش مولکول آب کمتری دارد و برعکس رطوبت نسبی بالاتر نشان‌دهنده عدم قابلیت دریافت و گنجایش مولکول‌های هوای بیشتر است.



تصویر ۱۱-۳: مفهوم رطوبت نسبی

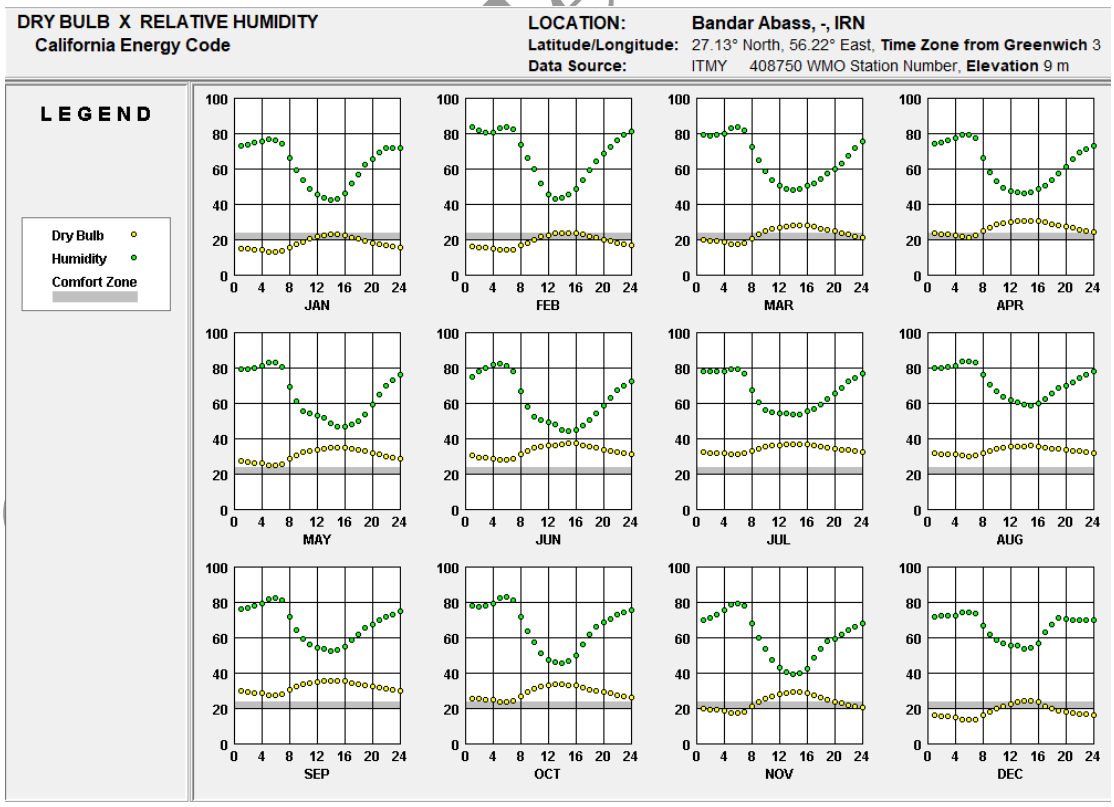
زمانی که هوا به‌اندازه کافی سرد می‌شود یا مقدار مولکول‌های بخار آب بیشتر شود، رفته‌رفته قابلیت پذیرش مولکول آب جدید از بین می‌رود و به‌اصطلاح هوا از بخار آب اشباع می‌گردد در این شرایط هوا دیگر توان حمل بخارهای آب را نخواهد داشت، بنابراین مولکول‌های بخار آب به مایع تبدیل شده و قطرات آب روی سطح آشکار می‌شود.

- این موضوع به‌وفور در پنجره‌های تک‌جداره که مقاومت حرارتی پایینی دارند (دما سطح داخلی شیشه یا گرم بیرون بسیار نزدیک است) در شرایط زمستانی رخ می‌دهد؛ چراکه به‌واسطه کاهش دما رطوبت نسبی به مرز اشباع (۱۰۰٪) می‌رسد و هوا قابلیت حمل بخارهای آب خورد را از دست می‌دهد. در نتیجه میعان رخ‌داده و آب ظاهر شده باعث کپ زدگی و پوسیدگی عناصر پنجره و دیوار خواهد شد.

@ArcBES-Heidar Naseri

تصویر ۱۱-۴: افزایش رطوبت نسبی در پنجره و میعان

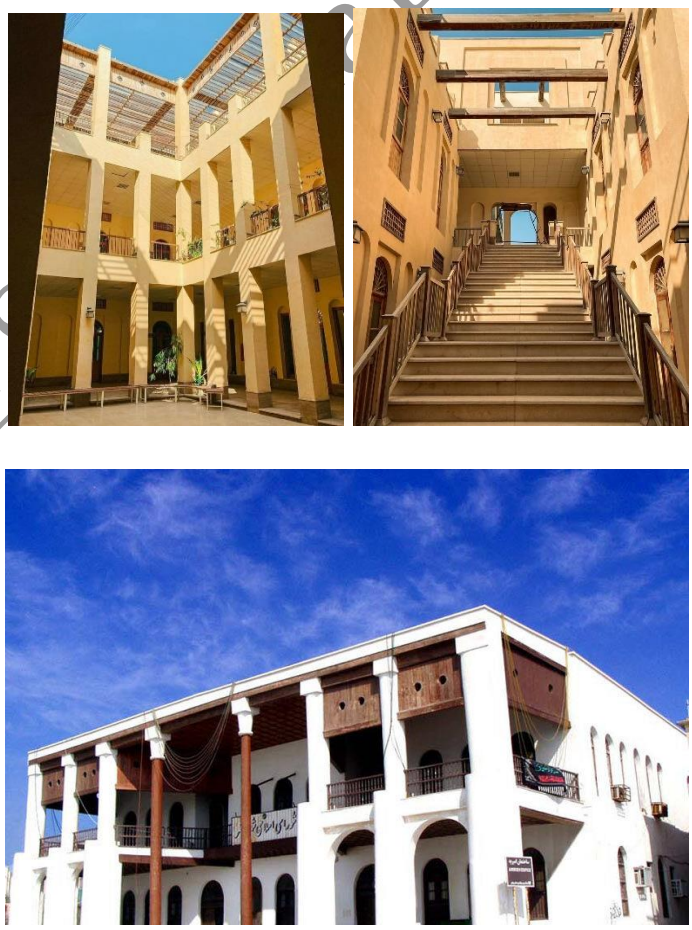
- از بین چهار عامل اصلی اقلیم، رطوبت نسبی تأثیری در مقادیر مصرف انرژی ندارد. اما در مقادیر آسایش حرارتی افراد به‌شدت مؤثر است؛ بنابراین شناسایی احتمال بروز شرایط شرجی‌بودن در هر اقلیم باید مورد بررسی قرار گیرد. زمانی که شرایط دمایی در محدوده بالای ۲۵ درجه بوده و مقدار رطوبت موجود در هوا نیز زیاد باشد، قطعاً شرایط شرجی بروز خواهد کرد.



تصویر ۱۱-۵: ارزیابی شرجی بودن اقلیم

Heidar Naseri

همان‌طور که در تصویر بالا قابل‌مشاهده است می‌توان دریافت که مقدار رطوبت و دمای هوا هر دو از حدود قابل‌قبول فراتر رفته است؛ بنابراین علاوه بر راهکارهای مورداستفاده در اقلیم بسیار گرم، حتماً باید به مسئله جریان هوا برای دورکردن رطوبت بیش از حد در فضاهای باز و نیمه‌باز ساختمان توجه نمود. عوامل به‌وجودآورنده شرایط شرجی، گرمای ناشی از هوا، تابش خورشیدی و رطوبت بیش از حد هستند. در چنین شرایطی نمی‌توان دمای محیط را کاهش داد؛ بنابراین حداکثر تلاش باید برای جلوگیری از تابش خورشیدی به سطوح باشد تا دمای سطوح بیش از دمای هوای اطراف نگردد (اثر تابش طول موج‌کوتاه بر جداره‌ها) همچنین ایجاد جریان هوا برای خنک‌کردن سطوح بیرونی و دورکردن رطوبت الزامی است. در چنین شرایطی استفاده از حیاط‌های مرکزی کوچک برای سایه‌اندازی روی جداره‌ها و ایجاد بازشوهایی برای ایجاد جریان هوا غالب برای دفع رطوبت بیش از حد اولویت دارد.



تصویر ۱۱-۶ نمونه‌ای از راهکارهای ایجاد جریان هوا و کاهش اثر مخرب رطوبت

@ArcBE Nasseri

نکات کلیدی در طراحی برای اقلیم گرم و مرطوب:

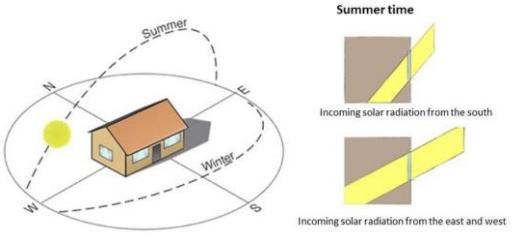
- رنگ نماها نیز به‌صورت روشن انتخاب می‌شوند تا تابش خورشیدی کمتری به خود جذب کنند.
- بالکن‌های عمیق برای کنترل تابش به نما استفاده متداولی دارند.
- هیچ یک از عناصر سایه‌انداز مانع جریان هوا نمی‌شوند.

در مناطق بسیار سرد نیز بررسی مقدار رطوبت از اهمیت برخوردار است. درصورتی‌که دما عناصر داخلی جداره‌ها به ۱۰ درجه برسد (نقطه تشکیل شبنم و قطرات آب در داخل جداره) و همچنین با ادامه کاهش دما، درصورتی‌که نقطه مذکور به دمای ۴ درجه برسد، آب حاصل از میعان در میان عناصر دیوار یخزده و منجر به ریزش دیوار خواهد شد. در غیر این صورت رطوبت به وجود آمده منجر به تخریب تدریجی جداره خواهد شد. در چنین شرایطی استفاده از عایق بخاربند در سمت گرم (داخل) الزام دارد.

تصویر ۱۱-۷: تخریب جداره‌های ساختمان در اثر شرایط محیطی

۱۱-۵ تابش خورشیدی

تا کنون با ماهیت تابش خورشیدی آشنا شده‌ایم. در این بخش با بررسی اثر تابش بر جداره‌های مختلف آشنا خواهیم شد.

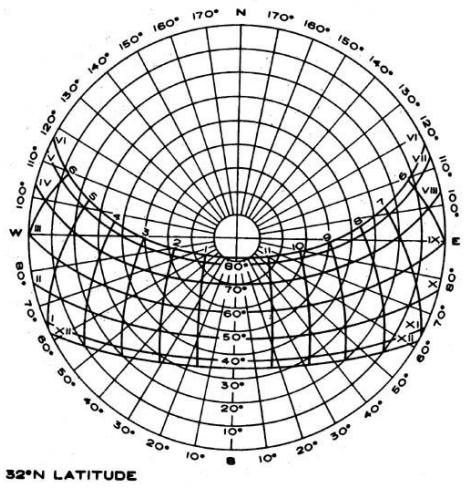


تصویر ۱۱-۸: جهتگیری مناسب ساختمان

@ArcBIS-Heidar Naseri

نکات کلیدی:

- موقعیت خورشید در آسمان از طریق دو عدد بیان می‌گردد. زاویه ارتفاع یا تابش خورشید و زاویه آزیموت یا سمت خورشید
- باتوجه‌به دیاگرام مسیر خورشید، طول روز در فصول گرم سال بیشتر است و با رسیدن به رو ۱ دی‌ماه کمترین طول روز و کم‌ترین تابش خورشیدی دریافت خواهد شد.

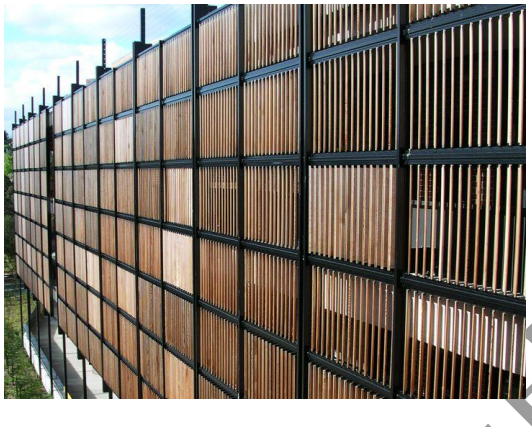


تصویر ۱۱-۹: دیاگرام مسیر خورشید

- همان گونه که در قسمت‌های قبل اشاره شده، تابش خورشیدی به سطوح ساختمان در فصول گرم سال باعث تشدید دمای دیوارها (اثر تابش طول موج‌کوتاه) خواهد شد. در نتیجه باعث بیشترشدن حرارت وارد شده به بنا و افزایش دمای محیط داخل و در نتیجه افزایش استفاده از سیستم سرمایشی و افزایش مصرف انرژی خواهد شد.
- ممانعت از دریافت این تابش به بهبود وضعیت کمک خواهد کرد. بررسی مقادیر جذب تابش خورشیدی در فصول گرم بر سطوح عمودی (مطابق با نتایج شبیه‌سازی در پکیج) کمترین مقدار تابش خورشیدی در نمای جنوبی رخ خواهد داد؛ بنابراین کشیدگی بنا در راستای شرقی و غربی در همه اقلیم‌ها اولویت دارد.

@ArcBES Saeidar Naseri

- درصورتی‌که در یک سایت امکان کشیدگی شرقی و غربی وجود نداشته باشد، باید از راهکارهای معمارانه برای کنترل اختلاف دمای دو سطح دیوارهای شرقی، غربی و شمالی استفاده نمود.
- توجه داشته باشید باتوجه‌به زاویه تابش خورشید، در فصول سرد سال با کاهش ارتفاع خورشید امکان ورود نور به داخل ساختمان از طریق پنجره‌های جنوبی ممکن خواهد بود؛ بنابراین جداره جنوبی نباید در معرض سایه‌اندازی احتمالی باشد.
- از ایجاد پنجره‌ها در نماهای شرقی و غربی تاحدامکان خودداری شود.



تصویر ۱۱-۱۰:سایبان‌های متنوع برای کاهش تابش خورشیدی

در فصول سرد سال بیشترین تابش خورشیدی مربوط به جداره جنوبی خواهد بود؛ بنابراین فضاهای اصلی ساختمان مانند نشیمن و پذیرایی را در این بخش قرار دهید. چراکه این فضا غالباً به‌واسطه راهروهایی به اتاق‌خواب‌ها، آشپزخانه و سایر فضاها منتهی می‌شود. از طرفی چون بیشترین مساحت ساختمان را دار است، می‌تواند اثر بیشتری در بهبود وضعیت حرارتی فضا از طریق دریافت تابش زمستانی داشته باشد.

- توجه داشته باشید که کسب انرژی خورشیدی مناسب فقط از حدود ساعت ۱۰ تا ۱۴ بعدازظهر امکان‌پذیر است؛ بنابراین جداره‌های پنجره فقط ۴ ساعت می‌توانند انرژی خورشید را به داخل فضا هدایت کنند. درصورتی‌که ۲۰ ساعت آینده باعث اتلاف حرارتی خواهند شد. چراکه مقاومت حرارتی جداره‌های شفاف مانند پنجره بسیار کمتر از جداره‌های دیوار است؛

@ArcBES - Heidar Naseri

بنابراین در اقلیم‌های خیلی سرد از ایجاد پنجره‌های بزرگ روی نمای پرهیز کنید. در اقلیم‌هایی بسیار گرم و گرم نیز مقادیر ابعاد پنجره‌ها برای کنترل تابش وارد شده تابستان و فصول گرم باید کوچک در نظر گفته شود.

- در اقلیم‌های سرد و معتدل ابعاد پنجره‌ها می‌تولند بزرگ‌تر باشد تا بتوان از مزایای تهویه طبیعی نیز بهره برد و جریان هوای مناسب در داخل ساختمان را ایجاد کرد.
- در واحدها و ساختمان‌هایی که از سمت شمال نور می‌گیرند. ابعاد پنجره‌ها در اقلیم‌های خیلی گرم، خیلی سردوگرم باید کوچک باشند (نفوذ گرما از طریق هدایت). درحالی‌که برای اقلیم‌های سرد (نه خیلی سرد) می‌تواند بزرگ‌تر باشد. در این قسمت‌ها حتماً از پنجره‌ها دوجداره استفاده کنید تا انتقال حرارت از جداره‌های پنجره کاهش یابد.
- درهرصورت و در هر اقلیمی نیازمند تعبیه سایبان مناسب هستید و از روش ارائه شده در پکیج برای طراحی مناسب‌ترین سایبان بهره بگیرید.
- جداره‌های شرقی و غربی ساختمان خود را برای کاهش انتقال حرارت به ساختمان‌های مجاور بچسبانید. چراکه اختلاف دما بین دو سمت فضا وجود نخواهد داشت، بنابراین اتلاف حرارتی نیز وجود نخواهد داشت.
- در صورت عدم امکان برای چسباندن دیوارهای شرقی و غربی به ساختمان همسایه به هر دلیل یا شرایط سایت، سعی کنید از فضاهای کنترل نشده در این دوجداره بهره ببرید.

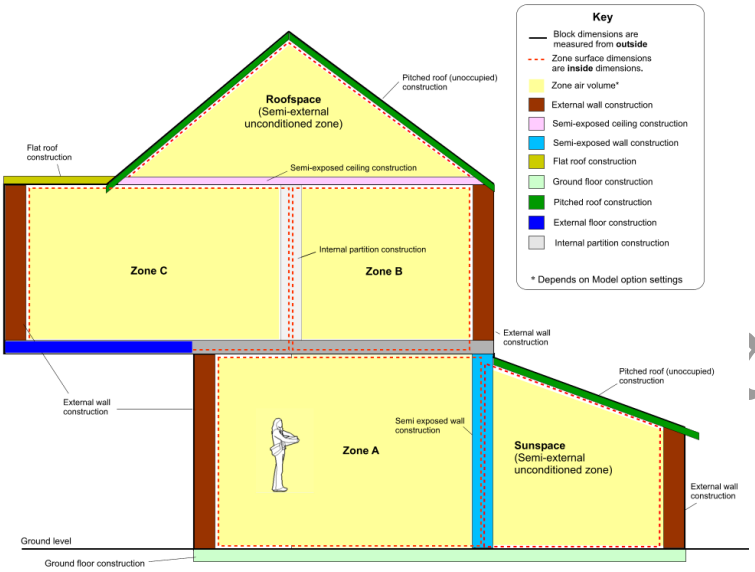
۱-۵-۱۱ فضای کنترل نشده

همه فضاهای ساختمان از نظر انرژی به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- فضاهای کنترل شده
- فضاهای کنترل نشده
- فضاهای باز

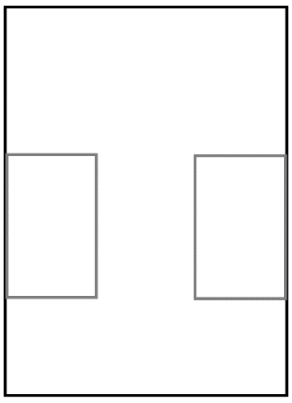
@ArcBES-Heidar Naseri

فضاهای کنترل شده همان فضاهای زندگی هستند که برای تأمین نیازهای حرارتی کاربران تحت گرمایش و سرمایش قرار می‌گیرند. فضاهای باز به فضاهایی اطلاق می‌شود که حداقل از یک سمت در تماس با فضای باز باشند؛ مانند بالکن، پاسو روباز، پارکینگ و غیره. فضاهای کنترل نشده به فضاهایی اطلاق می‌شوند که جز فضاهای باز نیستند؛ ولی برای تأمین آسایش کاربران تحت گرمایش و سرمایش قرار نمی‌گیرند مانند: راه‌پله آپارتمان، انبارها، پاسیوهای بسته و غیره.



تصویر ۱۱-۱۱: فضاهای کنترل شده و کنترل نشده

- سعی کنید فضای راه‌پله در یکی از نماهای شرقی و غربی قرار داشته باشد و با مقداری عقب‌نشینی از نمای جنوبی اجازه ایجاد فضاهای مناسب در بخش جنوبی ساختمان را ایجاد کنید.

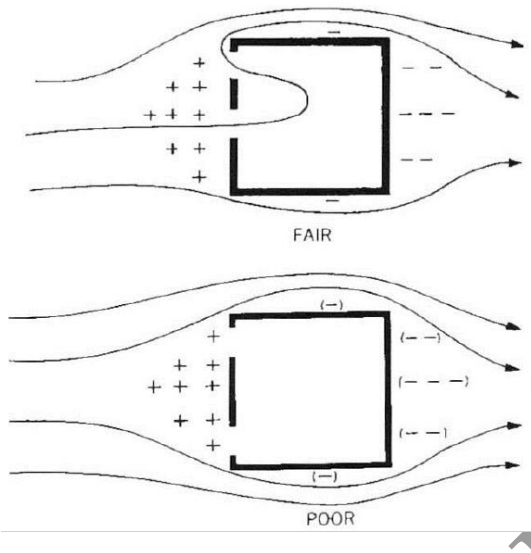


تصویر ۱۱-۱۲: مکان مناسب برای قرارگیری راه‌پله در زمین‌های شمالی - جنوبی

ArcBES - Ardavan Naseri

۱۱-۶ جریان هوا

به‌طورکلی جریان هوا و تهویه طبیعی یک اســتراتژی برای خنک نمودن ســاختمان اســت. در این صــورت جداره‌های پنجره باز شــده و اجازه می‌دهد تا هوای خنک بیرون محیط داخل ســاختمان را خنک نماید.



تصویر ۱۱-۱۳: ساختمان و جریان هوا

نکات کلیدی:

- جریان هوا در داخل ســاختمان تابعی از اختلاف فشــار روی جداره‌های بنا اســت. این اختلاف فشــار در نتیجه برخورد باد به ســاختمان ایجاد می‌گردد. جریان هوا در داخل ساختمان زمانی رخ خواهد داد که یک بازشو در سمت فشار مثبت برای ورود هوا و یک بازشو در سمت فشار منفی برای خروج هوا در نظر گرفته شود.
- جریان هوا زمانی داخل فضا ایجاد خواهد شد که یک ورودی هوا و یک خروجی برای آن در نظر گرفته شود. فضاهایی که فقط از یک سمت بازشو دارند نمی‌توانند تهویه مناسبی در ساختمان ایجاد نمایند.

@ArcBES-Heidar Naseri

- شرط اصلی بروز جریان هوا در داخل ساختمان دمای هوای وارد شده مربوط است. فقط زمانی که دمای محیط بیرون مناسب باشد، کاربران از بازکردن پنجره‌ها برای استفاده از هوای تازه و خنک استفاده می‌کنند؛ بنابراین در فصول سرد یا گرم سال کاربران پنجره‌ها را باز نخواهند کرد.
- دمای مناسب برای ایجاد جریان هوا در داخل ساختمان در بازه ۱۹ تا ۲۵ درجه است. در دماهای بالاتر از ۲۵ درجه که باد گرم از پنجره خواهد آمد کاربران پنجره را بسته و از سیستم سرمایش استفاده می‌کنند.
- باتوجه‌به بازه معرفی شده و باتوجه‌به آموزش‌های داخل پکیج طراحی معماری باید اقدام به تعیین باد غالب با دمای مناسب نمایید.
- این استراتژی صرفاً برای اقلیم‌هایی که بازه دمایی اعتدال دارند مناسب است و برای اقلیم‌های خیلی سرد و خیلی گرم عملی نیست.

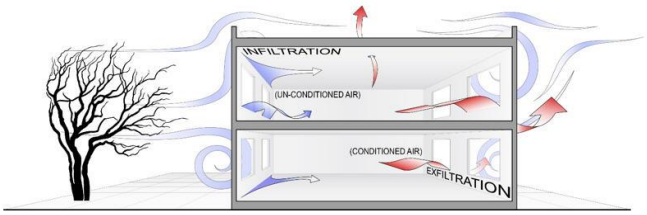
۷-۱۱ نفوذ ناخواسته هوا

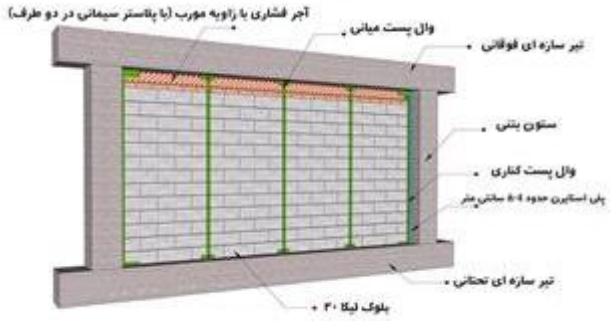
یکی از اصلی‌ترین عوامل در اتلاف انرژی داخل ساختمان مربوط به جریان هوا و باد است. در اقلیم‌های بسیار سرد باد سرد مقدار هدررفت جداره‌ها را به‌شدت زیاد خواهد کرد. به‌عنوان‌مثال تصور کنید یک لیوان چای داغ در معرض هوای و باد سرد بیرون به‌مراتب زودتر خنک خواهد شد تا هوای محیط داخل. در این صورت اتلاف حرارتی از جداره‌ها افزایش خواهد یافت. در این صورت در چنین اقلیم‌های باید جهت باد سوزآور با دمای کمتر از ۶ درجه مطابق با آموزش‌های پکیج طراحی معماری محاسبه شده و در جبهه‌ها مقابل باد غالب سرد، کمترین مقدار بازشوها قرار گیرد.

علاوه بر این موضوع در اقلیم‌های سرد و بسیار سرد با مسئله نفوذ ناخواسته هوا مواجه هستیم. در واقع تهویه طبیعی جریان هوای خواسته است و در مقابل آن جریان هوای ناخواسته قرار دارد. این جریان

@ArcBES-Heidar Naseri

به دلیل درزهای موجود در ساختمان رخ خواهد داد. درزهایی که در ساختمان وجود دارند شامل قسمت‌های بازو بسته شونده و عناصر جداره‌ها هستند.





تصویر ۱۱-۱۴: درزها و نفوذ ناخواسته هوا

نکات کلیدی:

- جایی که مصالح از حالت یکپارچگی خارج می‌شوند؛ مانند انتهای دیوارچینی زیر تیر یا سقف، فصل مشترک دیوار آجری با ستون‌های فلزی یا بتنی یا درزهای موجود در دیوارهای ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری درزهایی نهان وجود دارند.
- لبه‌های متحرک پنجره نیز هرچند بسته باشند باز هم نفوذ ناخواسته خواهند داشت و این مسئله زمانی که باد شدید به نما و پنجره برخورد می‌کند با صدای سوت مانند کاملاً مشخص است.
- برای کاهش نفوذ ناخواسته از درزهای نهان حتماً پوشش نهایی نما باید یکپارچه اجرا شود.
- برای نفوذ ناخواسته از پنجره‌ها نیز حدالمکان پنجره‌های مقابل باد سرد از نوع قابل باز و بسته‌شدن نباشند یا از فضاهای کنترل نشده شفاف مانند نماهای دو پوسته برای کاهش نفوذ ناخواسته استفاده کنید.

@ArcBES-Heidar Naseri

- در اقلیم‌های بسیار گرم نیز باد غالب گرم می‌تواند سرعت نفوذ گرما به داخل ساختمان را چندبرابر نماید؛ بنابراین تعیین مسیر این باد نیز بسیار اهمیت خواهد داشت. برای این کار به آموزش‌های پکیج طراحی اقلیمی مراجعه کنید و دمای باد بیشتر از ۳۲ درجه را به دست آورید.

۱۲ موازنه حرارت

۱-۱۲ موازنه حرارت در شرایط زمستانی

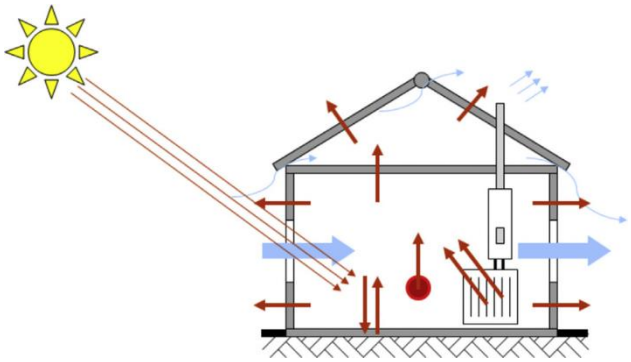
با آشنایی کامل در مورد نحوه تأثیر اقلیم بر ساختمان می‌توانیم به جمع‌بندی موضوع در موازنه حرارتی یا بالانس حرارتی ساختمان بپردازیم. در شرایطی که دمای محیط بیرون کم باشد و در شرایط زمستانی قرار داشته باشیم، تنها منابع گرمایی که منجر به بالارفتن دمای محیط داخل خواهد شد عبارت‌اند از:

- تابش خورشیدی دریافتی از پنجره فقط در ۴ ساعت از شبانه‌روز
- گرمای آزاد شده از بدن افراد
- گرمای آزاد شده ناشی از تجهیزات مانند کامپیوتر، اجاق‌گاز، یخچال و غیره
- گرمای آزاد شده از سیستم روشنایی مصنوعی
- جرم حرارتی مصالح

در مقابل عناصری که باعث اتلاف حرارت و کاهش دمای محیط خواهند شد عبارت‌اند از:

- اتلاف حرارتی به روش هدایت از جداره‌ها کدر (دیوار، سقف و کف)
- اتلاف حرارتی از جداره‌های شفاف
- نفوذ ناخواسته هوا

@ArcBES-Heidar Naseri



تصویر ۱۲-۱: موازنه حرارت در فصول سرد

در نتیجه بر همکنش این عوامل درصورتی‌که دمای محیط بیرون ۱۰- درجه باشد، دمای محیط داخل ساختمان بسته به نوع کاربری ساختمان، هندسه ساختمان و مصالح به‌کاررفته در ساخت مقدار دمای داخلی متغیر خواهد بود و شاید به حدود ۵ درجه سانتی‌گراد برسد.

نکات کلیدی:

- جبران اختلاف دمایی محیط داخل و حدود آسایش کاربران وابسته به عملکرد سیستم گرمایشی است، با افزایش دمای محیط داخل به دلیل افزایش اختلاف دما داخل و بیرون ساختمان (نسبت به زمانی که سیستم خاموش است) مقدار گرمای اتلاف شده بیشتر خواهد بود در نهایت پس از مدتی مقدار گرمای خارج شده از ساختمان با گرمای آزاد شده از سیستم تأسیسات به تعادل خواهد رسید.
- برای گرم‌کردن چنین فضایی حداقل مدت‌زمان ۲ ساعت نیاز خواهد بود؛ چراکه ابتدا باید مصالح جرم حرارتی به دمای محیط برسند و سپس افزایش دما هوا محیط رخ دهد.
- کانال‌های کولر یکی از اصلی‌ترین موارد در تشدید نفوذ ناخواسته هوا هستند چراکه، خروجی هوای گرم برای ورود هوای سرد از درزها را فراهم می‌کنند.
- در چنین شرایطی استفاده از فضاهای کنترل نشده در نماهای شرقی و غربی و کاهش ابعاد پنجره می‌تواند مقدار حرارت تلف شده را کاهش دهد.

@ArcBES-Heidar Naseri

- می‌توانید حفاظت از جداره‌های بنا را علاوه بر فضاهای کنترل نشده با چسباندن دیوارها به جداره همسایه بهبود بخشید
- می‌توان از فضاهای کنترل نشده همچون زیر شیروانی برای کنترل اتلاف حرارتی از سقف اقدام کرد.
- می‌توان برای حفاظت از جداره‌جنوبی بنا (چون در حدود ۲۰ ساعت حرارت را به محیط بیرون می‌دهد) و همچنین پنجره بنا از نفوذ ناخواسته، فضاهایی کنترل نشده؛ مانند نمای دو پوسته و گلخانه را به ساختمان الحاق نمود. این فضا می‌تواند به‌عنوان یک فضای نیمه‌باز باشد که در صورت نیاز در فصول گرم‌تر سال برای ایجاد جریان تهویه طبیعی شیشه‌های آن برداشته یا باز شوند. این فضا می‌تواند به‌عنوان غذاخوری دوم نیز مورداستفاده قرار گیرد.

تصویر ۱۲-۲: فضاهای کنترل نشده برای بهبود عملکرد انرژی و معماری ساختمان

- از ایده‌پردازی معماری برای کاهش اتلاف حرارتی از جداره‌ها استفاده نمایید.
- از طریق روش ذکر شده برای محاسبه سایبان اقدام به ایجاد سایبان مناسب نمایید.

۲-۱۲ موازنه حرارت در شرایط تابستان

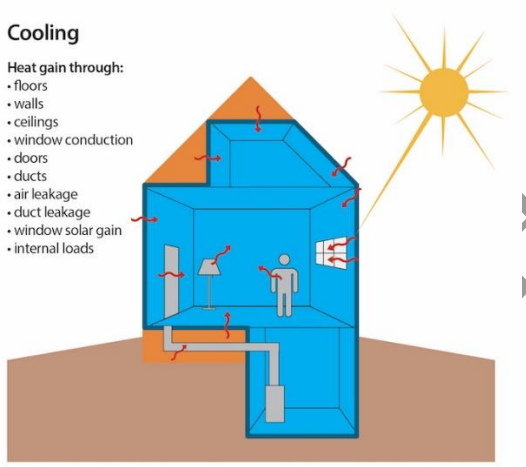
در شرایطی که محیط بیرون دمای بیشتری داشته باشد، موازنه یا بالانس حرارتی به‌صورت زیر خواهد بود. عناصر داخلی که منجر به افزایش دمای محیط داخل خواهند شد عبارت‌اند از:

@Arch-Heidar Naseri

- انتقال حرارت از جداره‌های کدر (دیوار، سقف و کف فضا)
- گرمای آزاد شده از تجهیزات نظیر کامپیوترها، تجهیزات آشپزخانه و غیره
- گرمای آزاد شده از بدن افراد
- گرمای آزاد شده از سیستم روشنایی مصنوعی
- تابش خورشیدی دریافت شده از سیستم روشنایی مصنوعی
- نفوذ ناخواسته هوا

عناصری که باعث کاهش دمای محیط خواهد شد عبارت‌اند از:

- سیستم سرمایشی ساختمان



تصویر ۱۲-۳: موازنه حرارت در فصول گرم سال

نکات کلیدی:

- کشیدگی شرقی و غربی ساختمان را برای کاهش تابش خورشیدی به جداره‌های شرقی و غربی را در نظر بگیرید.
- در صورت امکان دیوارهای شرقی و غربی بنا را با چسباندن به ساختمان‌های همسایه محافظت نمایید.
- تابش خورشیدی وارد شده به بنا را با استفاده از سایبان مناسب کنترل نمایید.

@ArcHeidar Naseri

- فضاهای کنترل نشده را در جداره‌های شرقی و غربی بنا قرار دهید.
- تابش خورشیدی وارد شده به سقف بنا را با استفاده از ایده‌های معماری کنترل نمایید، ایده‌هایی چون روف‌گاردن، سایبان‌های پارچه‌ای و کف کاذب مناسب خواهند بود.
- مسیر جریان هوای نامطلوب گرم را شناسایی کنید و مقدار بازشوها در سمت مقابل این جریان را کاهش دهید.
- در صورت امکان می‌توانید از حیاط‌های مرکزی استفاده کنید و از حجم بنا برای سایه‌اندازی به سطوح دیگر ساختمان بهره بگیرید. فراموش نکنید که هدف از اصلی ممانعت هرچه بیشتر از برخورد تابش خورشیدی (طول موج‌کوتاه) برای جلوگیری از افزایش دمای بیش‌ازپیش سطوح خارجی ساختمان است. گرم بودن هوای محیط بیرون خود منجر به انتقال گرما از بیرون به سمت داخل ساختمان خواهد شد. درصورتی‌که تابش خورشیدی و اثر گرمایی آن کنترل نشود، میزان گرمای منتقل شده به داخل بنا به‌مراتب بیشتر خواهد شد.
- از نماهای با رنگ روشن استفاده نمایید تا تابش خورشیدی طول موج‌کوتاه کمتری جذب نمایید.
- در اقلیم‌های گرم و مرطوب علاوه بر موارد ذکر شده ایجاد جریان هوا بر روی جداره‌های خارجی بنا اهمیت فراوانی دارد تا از بروز شرایط شرجی جلوگیری شود.

۱۳ جزئیات مؤثر در طراحی اقلیمی

همان‌طور که قبلاً ذکر شد، راهکارهای طراحی نقش به سزایی در مصرف انرژی و عملکرد حرارتی ساختمان خواهد داشت. پس از طراحی مناسب می‌توان با توجه در جزئیات اجرایی به عملکردهای بالاتری نیز دست‌یافت. توجه داشته باشید که عدم توجه به طراحی مناسب با درنظرگیری جزئیات خوب، عملکرد

@ArcBES-Heidar Naseri

مناسبی برای ساختمان به همراه نخواهد داشت؛ بنابراین پیش از توجه به جزئیاتی مانند ابعاد پنجره‌ها، عمق سایبان، عایق‌کاری و غیره حتماً باید طراحی معماری مناسبی داشته باشید.

۱-۱۳ عایق‌کاری ساختمان

عایق‌کاری ساختمان برای کاهش هرچه بیشتر مقدار انتقال حرارت از جداره‌ها در نظر گرفته می‌شود، این مصالح دارای مقاومت حرارتی زیادی هستند و مقدار مقاومت حرارتی جداره را به نحو چشمگیری افزایش خواهند داد. انواع مختلفی از عایق‌های حرارتی وجود دارد که عبارت‌اند از: پلی‌استایرن، پشم سنگ، پشم‌شیشه و عایق‌های فومی پاششی. عایق‌کاری می‌تواند از قسمت داخل یا خارجی بنا باشد. توجه داشته باشید که در عایق‌کاری داخلی ساختمان خواص جرم حرارتی جداره سقف و دیوارهای خارجی به‌کلی از بین خواهد رفت و این اثر فقط در جداره کف فضا، دیوارهای داخلی و کف‌بین طبقات وجود خواهد داشت.

به‌طورکلی استفاده از عایق‌کاری داخلی برای ساختمان‌های با استفاده منقطع مانند کلاس‌های درس، فضاهای اداری، تجاری و غیره توصیه می‌گردد. درحالی‌که عایق‌کاری خارجی برای ساختمان‌هایی که استفاده مداوم (مانند کاربری مسکونی) دارند توصیه شده است. دلیل این موضوع به‌سرعت گرمایش و سرمایش محیط در فضاهای با کاربری منقطع باز می‌گردد. چراکه باتوجه‌به حضور کاربران در ساعات محدود، فضا باید به‌سرعت گرم (در فصول سرد سال) و سرد (در فصول گرم سال) شود. این در حالی است که باتوجه‌به جرم حرارتی جداره‌ها امکان تسریع این فرایند وجود نخواهد داشت.

باتوجه‌به عملکرد حرارتی جداره‌های ساختمانی و تأثیر جرم حرارتی در زمان طولانی‌تر، توصیه می‌گردد (به‌خصوص برای اقلیم‌های سرد و خیلی سرد) برای فضاهای با کاربری منقطع نیز از عایق‌کاری خارجی بهره ببرید. چراکه اثر جرم حرارتی مانع از افت دمای محیط در طول ساعات شب خواهد شد. همچنین مقدار پل‌های حرارتی ایجاد شده نیز به طور چشمگیری کاهش خواهد یافت.

@ArcBES-Heidar Naseri

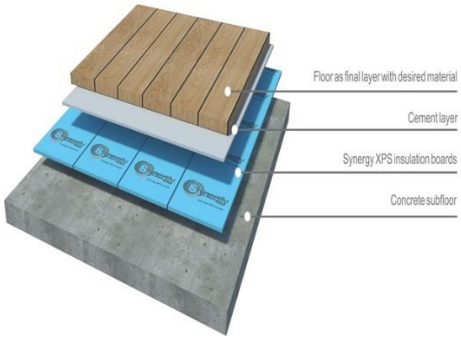
برای ساختمان‌هایی که در دست طراحی هستند، پیشنهاد می‌گردد از عایق‌کاری خارجی بهره ببرید تا مقدار پل‌های حرارتی به حداقل ممکن برسد. توجه داشته باشید که همواره برای اتصال و ثابت‌کردن عایق‌های حرارتی (در صورت لزوم) تاحدامکان باید از عناصر پلاستیکی و واشرهای پلاستیکی بهره برد تا پل‌های حرارتی ایجاد شده به حداقل ممکن کاهش یابند.

تصویر ۱۳-۱: عایقکاری ساختمان و پل‌های حرارتی

۱۳-۲ عایق‌کاری جداره‌ها

استفاده از عایق‌های پلی‌استایرن اسکتورد شده یا یونولیت باتوجه‌به اشتعال‌پذیری سریع و گسترش حریق، در ساختمان توصیه نمی‌شود. اما زمانی که می‌خواهید از جزئیاتی مانند سقف معکوس استفاده کنید، نیاز به استفاده از عایقی مقاوم در برابر رطوبت خواهید داشت در این صورت می‌توانید از این نوع عایق بهره ببرید.

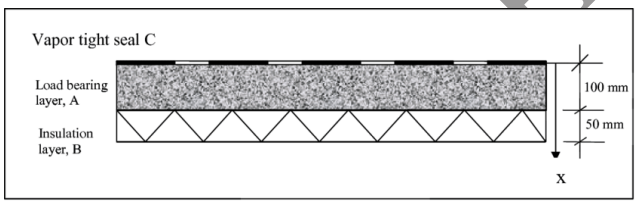
@ArcB...-Heidar Naseri



تصویر ۱۳-۲: عایق‌های مقاوم در برابر رطوبت

نکات کلیدی:

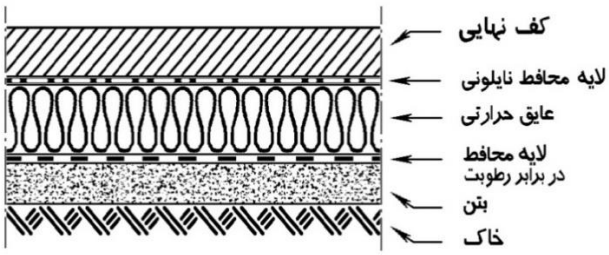
- توجه داشته باشید که برای جلوگیری از له‌شدن عایق و تخریب پوشش نهایی بام باید از عایق‌های با چگالی بالا که در برابر ضربه و له‌شدگی مقاوم هستند استفاده نمایید. چراکه پوشش نهایی بام در معرض بار افراد و تجهیزات قرار خواهد گرفت.
- درصورتی‌که از عایق‌های پشم سنگ و پشم‌شیشه استفاده می‌کنید حتماً لایه عایق رطوبتی باید بالاتر از آن اجرا شود.



تصویر ۱۳-۳: جزئیات عایقکاری سقف با پشم سنگ و پشم شیشه

- می‌توانید از عایق پشم سنگ نیز در سقف معکوس استفاده نمایید. در این صورت حتماً از مقاومت آن در برابر رطوبت اطمینان حاصل کنید.
- عایق‌های حرارتی می‌توانند در کف در تماس با خاک یا کف روی کرسی‌چینی ساختمان نیز اجرا شوند در این صورت عایق رطوبتی پایین‌تر از عایق حرارتی اجرا خواهد شد.

@ArcB Heidar Naseri



تصویر ۱۳-۴: جزئیات عایقکاری کف روی خاک

- زمانی که از عایق حرارتی در هر سطحی استفاده می‌کنید، استفاده از پوشش بخاربند در سمت گرم جداره الزامی است.
- ضخامت‌های مختلفی از این عایق‌ها در بازار موجود است که از جمله آن می‌توان به ضخامت‌های ۱، ۳، ۵ و ۱۰ سانتی‌متری اشاره نمود. ضخامت این پوشش باید از طریق نرم‌افزارهای شبیه‌سازی انرژی محاسبه گردد و باتوجه‌به تأثیر هر یک در مصرف انرژی ساختمان و هزینه‌های مربوط به آن اقدام به انتخاب و اجرای آن نمود.
- برای عایق‌کاری داخلی می‌توان از فم‌های پاششی استفاده نمود که پس از پاشش منبسط شده و فضای موردنظر را پر خواهند کرد و سپس سطح نهایی آن‌ها توسط صاف می‌گردد تا آماده اجرای سطوح نهایی شوند.

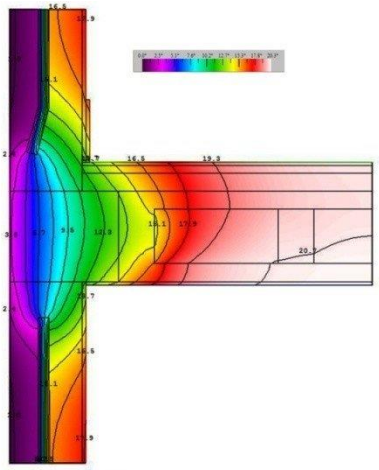
تصویر ۱۳-۵: عایق‌های پاششی

FS-Heidar Naseri

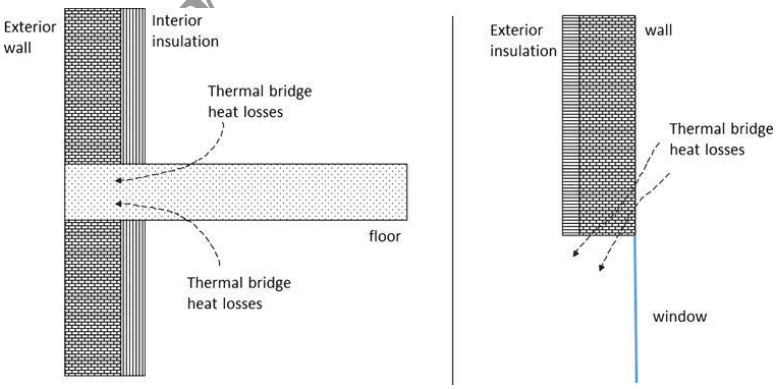
- درصورتی‌که از عایق‌کاری داخلی از عایق رولی (پتویی)، صفحه‌ای یا پاششی استفاده شود، شبکه‌ای چوبی برای اجرای عایق‌ها ایجاد خواهد شد. جنس این شبکه برای جلوگیری از بروز پل حرارتی از نوع چوب انتخاب می‌گردد.

۳-۱۳ پل‌های حرارتی

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، گرما از ساده‌ترین مسیر برای انتقال خود بهره خواهد برد. درصورتی‌که از اصول طراحی و عایق‌کاری به‌خوبی بهره ببرید، مسیر انتقال گرما و حرارت به بیرون تا حدود زیادی مسدود خواهد شد. در این صورت پل‌های حرارتی اثر خود را بیشتر نشان خواهند داد. چراکه حرارت و گرما برای خروج (در فصول سرد) و ورود (در فصول گرم سال) به این نقاط هجوم خواهند برد.



تصویر ۱۳-۶: جریان حرارت در پل‌های حرارتی



تصویر ۱۳-۷: هدر رفت حرارت در پل‌های حرارتی

Dr. Saeed-Heidar Naseri

۱۳-۴ ابعاد بازشوها، پنجره‌ها و سایبان

پنجره‌ها و بازشـــوها معبر اصـــلی ســـاختمان برای دریافت نور روز، مناظر بیرون و تهویه طبیعی هستند. ابعاد مناسب آن‌ها در مراحل توسعه طراحی و فاز دو از طریق شبیه‌سازی عملکرد انرژی محاسبه خواهد شـــد. همچنین همان‌طور که ذکر شـــده تقریباً در همه اقلیم‌ها برای حفاظت پنجره از جریان تابش مســـتقیم خورشـــیدی، نیاز به تعبیه ســـایبان وجود دارد. یکی از علوم موردعلاقه مهندســـین بهینه‌ســـازی پارامترهایی چون ابعاد پنجره و سایبان است و روش‌های متعددی برای آن از جمله الگوریتم‌های تکاملی و DOE معرفی شده است. این روش‌ها بر اساس نوع آن به‌صورت یک تابعی و چند تابعی برای بهینه‌سازی مورداستفاده قرار می‌گیرند. متأسفانه به‌کارگیری این علوم مقدم بر مراحل طراحی اقلیمی و سایر جزئیات عنوان می‌گردد. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، تکیه بر جزئیات و رها نمودن طراحی نمی‌تواند نتایج مناسبی در عملکرد انرژی ساختمان فراهم آورد.

امروزه از ابزارها و نرم‌افزارهای کامپیوتری برای ایجاد طراحی پارامتریک اســـتفاده می‌گردد که متأســـفانه در مســـائل مربوط به حوزه انرژی و معماری بیشـــتر شـــاهد کاربرد نادرســـت آن هســـتیم، چراکه ابزارهای پارامتریک و بهینه‌ســـازی نمی‌توانند تمام نیازهای کاربران ســـاختمان را بهینه نمایند و چنین قابلیتی ندارد. برای مثال در بهینه‌ســـازی و بهینه‌یابی فرم ســـاختمان از ابزارهای پارامتریک می‌توان برای کاهش مصـرف انرژی بهره برد. اما آیا نتایج به‌دســت‌آمده نیازهای ســاختمان در تأمین دید و منظر، زیبایی معماری، کیفیت فضـاها، الزامات عمومی طراحی، سـازه، تأسـیسـات مکانیک، برق، نظرات کارفرما و غیره را در نظر خواهد گرفت؟ قطعاً پاسـخ این سـؤال خیر اسـت. توصـیه می‌گردد مراحل طراحی اقلیمی را همان گونه که در بخش طراحی ذکر شده است پیگیری نمایید و برای جزئیات ساختمان از ابزارهای بهینه‌سازی و روش‌های آن استفاده نمایید.

نکات کلیدی:

@ArcBES-Heidar Naseri

- روش طراحی سایبان ذکر شده در پکیج می‌تواند در ترکیب با الزامات عمومی ساختمان و مبحث ۴ مورداستفاده قرار گیرد و باتوجه‌به ارتفاع و عرض بازشو، ابعاد مناسب محاسبه گردد.
- در استفاده از ابزارهای بهینه‌سازی حتماً به مدت‌زمان انجام کار و شبیه‌سازی توجه نمایید، چراکه بر خلاف محیط‌های آموزشی در محیط کار زمان انجام پروژه و هزینه‌های آن تعیین‌کننده خواهد بود. به همین دلیل استفاده از ابزارهای بهینه‌سازی مانند الگوریتم‌های تکاملی در محیط‌های حرفه‌ای کار مورداستفاده قرار نمی‌گیرند. در این شرایط می‌توانید از علوم DOE بهره ببرید که نیازمند تخصص و مهارت ویژه‌ای است که در حیطه کاری معماران نیست و بر عهده مهندسین مشاور انرژی خواهد بود.
- DOE یا طراحی آماری آزمایش از روش‌های آماری برای کاهش تعداد حالات شبیه‌سازی استفاده می‌کنند و تعیین می‌نمایند که پارامترهای اصلی مؤثر در نتایج (مصرف انرژی، نور روز، خیرگی و آسایش حرارتی) چه مواردی هستند. همچنین با استفاده از این روش می‌توان بهینه‌سازی‌های یک و چند تابعی را در تعداد حالات محدود شبیه‌سازی بادقت بسیار بالا پیش‌بینی نمود.

۱۴ ارزیابی عملکرد انرژی ساختمان

همان‌طور که ذکر شد، هدف از طراحی اقلیمی کاهش مصرف انرژی توأم با ایجاد شرایط آسایش بیشتر برای کاربران ساختمان است. در همین راستا به معرفی این موارد و نحوه ارزیابی در هر یک پرداخته شده است.

۱۴-۱ مصرف انرژی ساختمان

مصرف انرژی ساختمان تابعی از شرایط اقلیم، طراحی معماری ساختمان، کاربری فضا، مصالح به‌کاررفته و سیستم‌های تأسیسات ساختمان است. حوزه‌های مرتبط با معماری، اقلیم، طراحی و مصالح

@ArcBES-Heidar Naseri

ساختمان است. همان‌طور که قبلاً اشاره شده است، شبیه‌سازی مصرف انرژی ساختمان در دو مقیاس انجام می‌شود: در مرحله فاز یک و مرحله فاز دو.

در مرحله فاز یک طراحی که آلترناتیوهای طرحی باتوجه‌به دفترچه فاز صفر ایجاد شده‌اند. هدف این مرحله مقایسه طرح‌های مختلف ساختمان از منظر مصرف انرژی است که مشخص می‌نماید کدام آلترناتیو می‌تواند نیازهای کاربران ساختمان را توأم با مصرف انرژی کمتر تأمین نماید.

در مرحله فاز دو هدف اصلی برآورد میزان مصرف انرژی ساختمان است که با در نظرگیری رفتار کاربران در مصرف انرژی، خطاهای احتمالی فایل‌های آب‌وهوایی، تغییرات میان‌مدت اقلیمی، مقدار آن با تولورنس ۱۵ تا ۲۰ درصدی محاسبه می‌گردد.

انرژی مصرف شده در ساختمان در ۵ دسته قرار می‌گیرند که عبارت‌اند از: انرژی لازم برای سرمایش و گرمایش، آب گرم مصرفی، برق موردنیاز برای تأمین روشنایی مصنوعی و برق یا گاز موردنیاز برای استفاده از تجهیزات فضا. از این موارد فقط مقدار گرمایش، سرمایش و برق مصرفی سیستم روشنایی مصنوعی تابعی از معماری ساختمان خواهند بود و درهرصورت ساختمان به انرژی برای تأمین آب گرم و برق یا گاز موردنیاز برای تجهیزات کاربران نیاز خواهد داشت.

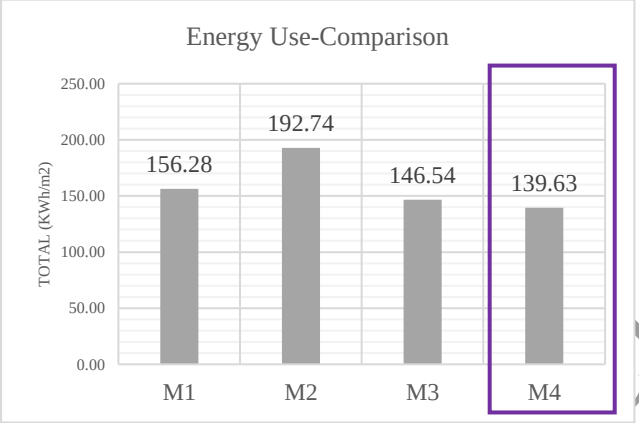
نکات کلیدی:

- بنابراین عبارت ساختمان‌های صفر انرژی در ساختمان بی‌معنی خواهد بود مگر زمانی که بتوانیم با استفاده از ابزارهایی مانند آب گرمکن خورشیدی، سلول‌های خورشیدی، توربین‌های بادی و غیره نیازهای ساختمان را مرتفع سازیم.
- عبارت ساختمان‌های کارا انرژی یا ساختمان‌های کم‌انرژی به ساختمان‌هایی اطلاق می‌گردد که با استفاده از طراحی معماری و جزئیات به مقادیر پایینی در مصرف انرژی دست پیدا کنند.

@ArcBES-Heidar Naseri

۱-۱-۱۴ شدت انرژی مصرفی ساختمان

در شبیه‌سازی مصرف انرژی ساختمان واحدهایی به کار می‌رود تا با مقایسه اعداد به‌دست‌آمده برای هر آلترناتیو بتوان مقایسه درستی در مصرف انرژی ساختمان انجام داد. این واحد عبارت‌اند از KWH/M2 به عبارت بهتر انرژی مصرفی در ۵ حوزه معرفی شده چه به‌صورت گاز یا چه به‌صورت برق بر حسب واحد ذکر شده با هم جمع خواهند شد. این شاخص می‌تواند معیار مناسبی در تعیین عملکرد انرژی ساختمان در مقایسه آلترناتیوهای مختلف باشد.



تصویر ۱۴-۱: مقایسه مقادیر مصرف انرژی در حالات مختلف طراحی ساختمان

۲-۱-۱۴ انرژی اولیه

همان‌طور که اشاره شد، طراحی معماری تأثیری بر مقدار انرژی مصرف شده در حوزه آب گرم مصرفی ساختمان و برق یا گاز مصرفی تجهیزات مورداستفاده کاربران ندارد. رویکردی که در محاسبه انرژی اولیه وجود دارد همین موضوع است و فقط مقدار انرژی مصرف شده در بخش سرمایش، گرمایش و روشنایی مصنوعی مدنظر قرار می‌گیرند.

ازآنجایی‌که برای سرمایش و روشنایی مصنوعی از برق و برای گرمایش ساختمان از سوختن گاز (چه به‌صورت مستقیم یا از طریق آب گرم) استفاده می‌گردد، ابتدا باید ارزش واقعی هر سوخت محاسبه و سپس جمع مقادیر به دست آید. برق در نیروگاه با سوختن گاز طبیعی یا مازوت و روش‌های دیگر حاصل می‌گردد؛ بنابراین ارزش اقتصادی و هزینه‌ای که به‌ازای تولید هر کیلووات آن صرف شده است بسیار بیشتر

@ArcBES-Heidar Naseri

از گاز طبیعی است. این در حالی است گاز طبیعی بدون واسطه از طریق شبکه سراسری در اختیار کاربران قرار دارد. باتوجه‌به این موضوع مقدار برق مصرف شده در ساختمان (سرمایش و روشنایی مصنوعی) در عدد ۳.۷ ضرب خواهد شد. همچنین مقدار گاز مصرفی (گرمایش) نیز در عدد ۱.۱ ضرب خواهد شد.

محاسبه انرژی اولیه:

- انرژی اولیه برابر با حاصل جمع مصرف برق ضربدر ۳.۷ و مصرف گاز ضربدر ۱.۱ خواهد بود.
- شاخص انرژی اولیه معیار ارزیابی نهایی ساختمان است و می‌توان بر اساس آن برچسب انرژی ساختمان را که در استاندارد ملی ایران مشخص شده است محاسبه نمود.
- شاخص انرژی اولیه باید از طریق شبیه‌سازی انرژی ساختمان به دست آید و نیازمند توانایی کافی در شبیه‌سازی درست مصرف انرژی ساختمان است. در همین راستا یکی از الزامات در شبیه‌سازی انرژی ساختمان نشان‌دادن درستی نتایج حاصل از شبیه‌سازی است که در پکیج شبیه‌سازی انرژی ساختمان با هانی بی و پکیج شبیه‌سازی انرژی ساختمان در دیزاین بیلدر آمده است.
- همان گونه که اشاره شد در شبیه‌سازی انرژی فاز دو ساختمان، هدف تعیین درست مصرف انرژی ساختمان است؛ بنابراین باید تلاش گردد تا همه پارامترهای اقلیم، طراحی معماری، کاربری فضا، مصالح و سیستم‌های تأسیسات به‌درستی مشخص گردند. ازآنجایی‌که کاربران می‌توانند استفاده متنوعی از فضا داشته باشند. ورژن جدید مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان اقدام به تعریف برنامه‌های زمانی و ست‌پوینت‌های مناسب برای کاربری‌های مختلف ساختمان نموده است. همچنین برای محاسبه دقیق‌تر مصالح ساختمانی و مقاومت حرارتی آن‌ها حتماً از مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان استفاده نمایید.

@ArcBES-Heidar Naseri

۳-۱-۱۴ محاسبه برچسب انرژی ساختمان مطابق با استاندارد ملی ایران

پس از محاسبه انرژی اولیه ساختمان، نیازمند تعیین پهنه اقلیمی مدنظر در آیین‌نامه برچسب انرژی ساختمان خواهیم بود. این دسته‌بندی به‌صورت زیر است:

اقلیم	میانگین حداکثر دما در تابستان	میانگین رطوبت نسبی در تابستان	میانگین حداقل دما در زمستان	میانگین رطوبت نسبی در زمستان	نمونه شهر
بسیار سرد	۲۵–۳۰	۴۵–۵۵	۵- تا ۱۰-	۶۵–۷۵	سراب
سرد	۳۵–۴۰	۲۵–۴۰	۵- تا ۱۰-	۶۵–۷۵	تبریز
معتدل و بارانی	۲۵–۳۰	بیشتر از ۶۰	۰ تا ۵	بیشتر از ۶۰	رشت
نیمه معتدل و بارانی	۳۰–۳۵	بیشتر از ۵۰	۰ تا ۵	بیشتر از ۶۰	مغان
نیمه خشک	۳۵–۴۰	۲۰–۴۵	۰ تا ۵	۴۰–۶۰	تهران
گرم و خشک	۳۵–۴۵	۱۵–۲۰	۰ تا ۵	۳۵–۵۰	زاهدان
بسیار گرم و خشک	۴۵–۵۰	۲۰–۳۰	۵–۱۰	۶۰–۷۰	اهواز
بسیار گرم و مرطوب	۳۵–۴۰	بیشتر از ۶۰	۱۰–۲۰	بیشتر از ۶۰	بندر عباس

تصویر ۱۴-۲: دسته بندی اقلیمی برای محاسبه مصرف انرژی ایده آل برچسب انرژی ساختمان

بر اساس این جدول مقدار ایده‌آل انرژی مصرفی ساختمان از طریق جدول زیر مشخص خواهد شد. اعداد ذکر شده در این جدول بر حسب واحد kwh/m2 بوده است.

اقلیم	شاخص مصرف انرژی
بسیار سرد	۸۰
سرد	۸۰
معتدل و بارانی	۶۴
نیمه معتدل و بارانی	۶۴
نیمه خشک	۷۴
گرم و خشک	۶۴
بسیار گرم و خشک	۸۶
بسیار گرم و مرطوب	۹۱

تصویر ۱۴-۳: مصرف انرژی ایده آل در استاندارد برچسب انرژی ساختمان

در نهایت از طریق تقسیم عدد به‌دست‌آمده برای انرژی اولیه ساختمان به عدد ایده‌آل ذکر شده در جدول مقدار R مشخص خواهد شد که تعیین‌کننده برچسب انرژی ساختمان از جدول زیر خواهد بود.

Heidar Naseri

ساختمان	رده مصرف انرژی
نسبت انرژی ساختمان بین صفر و یک	A
نسبت انرژی ساختمان بین یک و دو	B
نسبت انرژی ساختمان بین دو و سه	C
نسبت انرژی ساختمان بین سه و چهار	D
نسبت انرژی ساختمان بین چهار و پنج	E
نسبت انرژی ساختمان بین پنج و شش	F
نسبت انرژی ساختمان بین شش و هفت	G
نسبت انرژی ساختمان بیشتر از هفت	برچسب تعلق نمی‌گیرد

تصویر ۱۴-۴: برچسب انرژی ساختمان

۴-۱-۱۴ محاسبه برچسب انرژی ساختمان مطابق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

در ویرایش چهارم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان به برچسب انرژی ساختمان به روش شبیه‌سازی اشاره شده است. مطابق با این مبحث ابتدا باید کاربری ساختمان تعیین گردد و در شبیه‌سازی به موارد زیر توجه گردد:

- فایل آب‌وهوایی شبیه‌سازی باید توسط یکی از مراجع ذی‌صلاح یا مراجع بین‌المللی تأیید گردد. درصورتی‌که در نزدیکی منطقه موردنظر چندین فایل آب‌وهوایی وجود دارد، فایلی که از نظر مختصات جغرافیایی نزدیک‌ترین به سایت پروژه است مورداستفاده قرار گیرد.
- برای کاربری ساختمان، مقادیر برنامه‌های زمانی و عملکرد تجهیزات مطابق با پیوست ۵ این مبحث باشد و در صورت مغایرت قابل‌توجه باید دلایل کافی برای آن ارائه گردد.
- در شبیه‌سازی سیستم تأسیسات، جزئیات به‌اندازه کافی باتوجه‌به نقشه‌های مکانیکی مدنظر خواهد بود.
- در محاسبه انرژی اولیه طرح مقدار برق مصرفی (سرمایش و روشنایی مصنوعی) به عدد ۰.۳ تقسیم گردد.
- در محاسبه انرژی اولیه مقدار گاز مصرفی به عدد ۱ تقسیم خواهد شد.

@ArcBES-Heidar Naseri

- در محاسبه انرژی اولیه مقدار مصرف انرژی ساختمان بر حسب کیلووات‌ساعت به مجموع مساحت فضاهای کنترل شده تقسیم خواهد شد نه کل ساختمان.

در ادامه باید از جدول زیر کاربری ساختمان تعیین گردد. مطابق با این جدول کاربری مسکونی در گروه "الف" و کاربری اداری در گروه "ب" خواهد بود.

نوع کاربری الف	ساختمان مسکونی، بیمارستان، کلینیک، هتل، مهمان‌سرا، آسایشگاه، خوابگاه، زایشگاه، سردخانه.
نوع کاربری ب	ساختمان اداری، ساختمان تجاری، فروشگاه، ساختمان آموزشی، دانش‌سرا، مرکز تربیت معلم، ساختمان آموزشی دانشگاهی، مجتمع فنی–حرفه‌ای، کتاب‌خانه، آزمایشگاه، مرکز تحقیقاتی، ایستگاه رادیو و تلویزیون، مرکز اصلی یا فرعی مخابرات، مرکز اصلی یا شعبهٔ بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، خانهٔ بهداشت، ساختمان پست و پلیس و آتش‌نشانی، رستوران و سالن غذاخوری.
نوع کاربری ج	ترمینال فرودگاه بین‌المللی یا داخلی، ترمینال راه‌آهن، استادیوم ورزشی سرپوشیده، تعمیرگاه بزرگ، کارخانه صنعتی (غیر از موارد ذکر شده در کاربری د)، نمایشگاه، باشگاه، تئاتر، سینما، سالن اجتماع و کنفرانس، ساختمان ایستگاه وسایل نقلیهٔ زمینی.
نوع کاربری د	انبار، تعمیرگاه کوچک، کارگاه کوچک، ساختمان صنعتی (اتومبیل‌سازی، نورد و ذوب فلزات، سیلو، کشتارگاه و مشابه آن‌ها)، پارکینگ در طبقات، آشیانهٔ حفاظتی هواپیما، ساختمان میدان‌های میوه و تره‌بار، ایستگاه مترو، پناهگاه.

تصویر ۱۴-۵: دسته بندی کاربری ساختمان در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

در مرحله بعد باید نیاز انرژی شهر محاسبه گردد، در پیوست شماره ۳ این مبحث نیازهای انرژی ۲۴۵ شهر مطرح شده است که در صورت عدم وجود شهر موردنظر، نزدیک‌ترین شهر با مشخصات اقلیمی یکسان ملاک عمل خواهد بود.

@ArcBuilder Nasseri

شماره	نام شهر	درجه انرژی	نیاز غالب	
			گرمایش	سرمایش
۱	آبادان	زیاد		•
۲	آبادچی- فریدن	زیاد	•	
۳	آباده	متوسط	•	
۴	آبعلی	زیاد	•	
۵	آجی چای	زیاد	•	
۶	آزاد شهر	کم	•	
۷	آستارا	متوسط	•	
۸	آغاجاری	زیاد		•
۹	آمل	کم	•	
۱۰	آوج	زیاد	•	
۱۱	احمدآباد - درودزن	متوسط	•	
۱۲	احمدوند	متوسط	•	
۱۳	اختوان گلپایگان	متوسط	•	

تصویر ۱۴-۶ تعیین پهنه اقلیمی و بار گرمایی و سرمایی ساختمان در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

در نهایت از جدول زیر باتوجه‌به قسمت‌های قبلی مقدار انرژی مصرف شده ساختمان با مقادیر ذکر شده مقایسه خواهد شد و ساختمان یکی از رتبه‌های منطبق با مبحث ۱۹، کم‌انرژی، بسیار کم‌انرژی و یا مصرف انرژی نزدیک به‌صورت را خواهد گرفت. به‌عنوان‌مثال در صورتی ساختمان مسکونی واقع در شهر تهران بوده که مقدار انرژی اولیه (محاسبه شده منطبق با مبحث ۱۹) برابر با ۲۴۰ (کیلووات‌ساعت به‌ازای هر مترمربع فضای کنترل شده) باشد. در این صورت از جدول زیر کاربری الف انتخاب خواهد شد. ازآنجایی‌که تهران مصرف انرژی متوسط دارد، رده EC یا منطبق بر مبحث ۱۹ به آن اطلاق خواهد شد. درصورتی‌که یک ساختمان مسکونی با انرژی اولیه ۱۸۰ (کیلووات‌ساعت به‌ازای هر مترمربع فضای کنترل شده) باشد و ساختمان در شهر تبریز واقع بود. مقدار درجه‌بندی انرژی شهر زیاد با نیاز غالب گرمایش در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین باتوجه‌به کمتر بودن عدد از مقدار ۲۰۰ (ذکر شده در جدول برای کسب رتبه کم‌انرژی)، رتبه ساختمان برابر با کم‌انرژی +EC خواهد بود.

		ساختمان با کاربری الف				ساختمان با کاربری ب یا ج			
		زیاد		متوسط	کم	زیاد		متوسط	کم
	درجه انرژی (گرمایی-سرمایی) (ر.ک. به پیوست ۳)								
	نیاز غالب (ر.ک. به پیوست ۳)	گرمایی	سرمایی	گرمایی یا سرمایی	گرمایی یا سرمایی	گرمایی	سرمایی	گرمایی یا سرمایی	گرمایی یا سرمایی
رده انرژی	منطبق با مبحث ۱۹ (EC)	۳۲۰	۵۲۰	۲۹۰	۲۶۰	۱۸۰	۳۲۰	۱۶۰	۱۴۰
	کم انرژی (EC+)	۲۰۰	۳۲۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۲۰	۲۰۰	۱۰۰	۸۰
	بسیار کم‌انرژی (EC++)	۱۵۰	۲۴۰	۱۳۰	۱۱۰	۹۰	۱۵۰	۸۰	۷۰
	مصرف انرژی نزدیک صفر (ECnZ)	۵۰	۸۰	۴۵	۳۵	۳۰	۵۰	۲۵	۲۰

تصویر ۱۴-۷: ارزیابی مصرف انرژی ساختمان در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

ArcBES-Heidar Naseri

- دســـتیابی به رده منطبق با مبحث ۱۹ یا EC در ویرایش چهارم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان الزامی معرفی شده است.

۱۴-۲ ارزیابی از طریق آسایش حرارتی

در بخش آسـایش حرارتی به تفضـیل در مورد روش‌ها و رویکردهای آسـایش حرارتی توضـیح داده شـده اسـت. در این بخش به نحوه ارزیابی سـاختمان و فضـاهای مختلف از طریق آسـایش حرارتی پرداخته شده است.

آسـایش حرارتی یکی از اصـلی‌ترین نیازهای کاربران هر فضـای انسـانی اسـت. در بسـیاری از موارد سـاختمان به‌تنهایی قابلیت تأمین آسـایش حرارتی کاربران را نخواهد داشـت و اسـتفاده از سـیسـتم‌های تأسیسات عملکرد ساختمان را تکمیل خواهد کرد. درصورتی‌که ساختمان بتواند اختلاف بین دمای محیط و آسـایش کاربران را کاهش دهد، مقدار انرژی مصـرفی سـاختمان برای سـرمایش و گرمایش نیز کاهش قابل‌ملاحظه‌ای خواهد داشت. درصورتی‌که ساختمان به‌خوبی طراحی نشده باشد، مسئولیت تأمین آسایش تماماً بر عهده سـیسـتم‌های گرمایشـی و سـرمایشـی خواهد بود که نتیجه آن مصـرف انرژی زیاد در داخل ساختمان خواهد بود.

در بررسی آسایش حرارتی فضاهای داخل ساختمان دو رویکرد وجود دارد:

- بررسی آسایش حرارتی توأم با فعالیت سیستم تأسیسات
- بررسی آسایش حرارتی بدون حضور سیستم تأسیسات

در رویکرد اول هدف اطمینان از عملکرد مناسـب سـیسـتم تأسـیسـات سـاختمان خواهد بود. چراکه مصـرف انرژی سـرمایشـی و گرمایشـی در داخل سـاختمان همواره باعث بروز شـرایط آسـایش نخواهد بود. چنین شرایطی زمانی اتفاق خواهد افتاد که سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی به‌درستی و با ابعاد مناسب طراحی نشده باشند.

@ArcBES-Heidar Naseri

+ در طراحی سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی باید به مسئله آسایش حرارتی توجه ویژه نمود، ابعاد و حجم این سیستم‌ها زمانی درست خواهد بود که آسایش حرارتی در داخل فضا باتوجه‌به استانداردهای مختلف همچون اشری و استاندارد EN فراهم شده باشد.

رویکرد دوم بدون در نظرگیری سیستم تأسیسات عملکرد خالص معماری ساختمان را همراه به تأثیر کاربری، مصالح و اقلیم را نشان خواهد داد. به این منظور توصیه می‌گردد به محاسبه دمای عملکردی در بازه‌های زیر بپردازید.

بسیار گرم	گرم	آسایش	سرد	بسیار سرد
بیش از ۳۰ درجه	۲۵ تا ۳۰ درجه	۱۹ تا ۲۵ درجه	۱۲ تا ۱۹ درجه	کمتر از ۱۲ درجه

تصویر ۱۴-۸- ارزیابی آسایش حرارتی در فضاهای مختلف ساختمان به روش پسیو

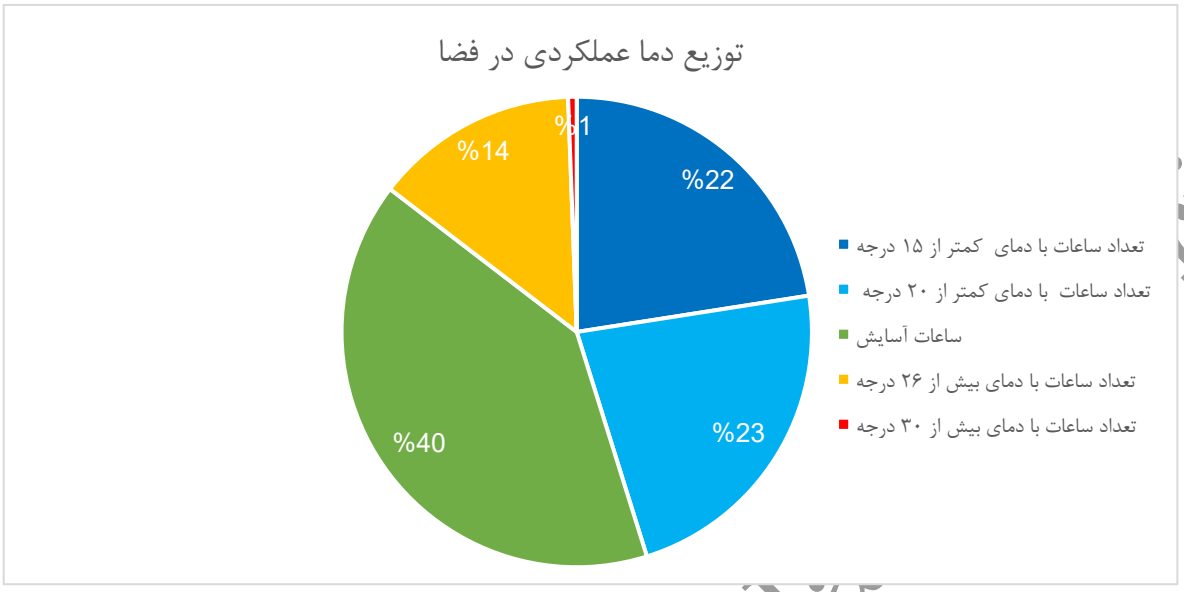
هر یک از این بازه‌ها وضعیت حرارتی محیط را نمایش خواهد داد، طراحی زمانی کارا خواهد بود که فضاها در بازه آسایش حرارتی بیشتری قرار داشته باشند. همچنین بازه حرارتی گرم و سرد می‌توانند با مصرف انرژی اندک در محدوده آسایش حرارتی قرار گیرند. درحالی‌که بازه بسیار گرم و بازه بسیار سرد نیازمند صرف انرژی بسیار زیاد برای جبران اختلاف دمای محیط و بازه آسایش کاربران خواهد داشت.

نکات کلیدی:

- بررسی آسایش حرارتی بر خلف مصرف انرژی ساختمان به‌صورت فضا به فضا خواهد بود چراکه در هر فضا، نوع و کاربری مختص به خود را دارد. همچنین ترکیب عناصر معماری مانند شکل، پنجره‌ها و سایبان در هر فضا متفاوت خواهد بود. بنابراین زمانی که به دنبال بررسی فضا به فضا هستید باید از رویکرد آسایش حرارتی ترجیحا بدون حضور سیستم تأسیسات بهره بگیرید. در تصویر زیر نمونه‌ای از نحوه بررسی آسایش حرارتی بدون حضور سیستم تأسیسات نمایش داده شده است. آموزش نحوه ایجاد نتایج حرارتی را از پکیج

@ArcBES-Heidar Naseri

آموزش شبیه‌سازی انرژی در هانی بی و پکیج آموزش شبیه‌سازی انرژی در دیزاین بیلدر آمده است.



تصویر ۴-۱۹ ارزیابی پسیو ساختمان به روش آسایش حرارتی

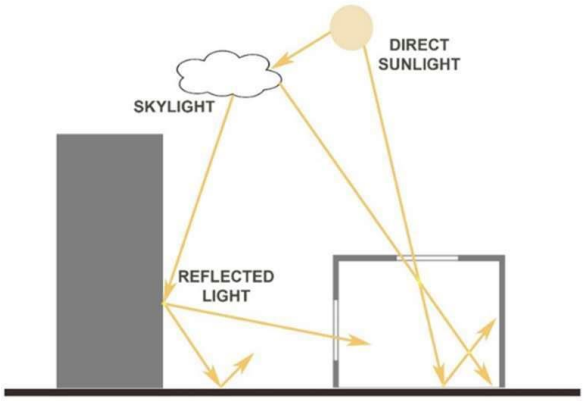
- زمانی که از تهویه طبیعی در ساختمان بهره می‌برید، زمان باز شدن پنجره‌ها نباید در بازه سردوگرم باشد، به عبارت بهتر کاربران ساختمان در زمانی که دمای محیط بیرون مناسب باشد اقدام به باز کردن پنجره خواهند کرد و پنجره‌ها در فصول گرم و سرد باز نخواهد شد. ازآنجایی‌که دمای محیط داخل تابعی از شرایط محیط بیرون است، باز کردن پنجره در دمای کمتر از ۱۹ درجه یعنی ورود باد سرد با دمای حدود ۱۷ درجه که این مقدار باد سردی محسوب می‌گردد.
- نرم‌افزارهای شبیه‌سازی از جمله دیزاین بیلدر قابلیت شبیه‌سازی جریان تهویه طبیعی در ساختمان را دارا هستند، بنابراین در بررسی حتماً در نظر داشته باشید که پنجره‌ها به‌درستی باز و بسته شوند.

@ArcBES-Heida

- در فضـــاهایی که به دلایل امنیتی امکان باز شـــدن پنجره‌ها وجود ندارد، از در نظرگیری پنجره‌های باز شونده پرهیز کنید و مقادیر واقعی را بدون باز شدن پنجره و تهویه طبیعی به دست آورید.

۱۴-۳ارزیابی نور روز

نور روز جزئی مرئی از تابش خورشـیدی اسـت که از قسـمت‌های شـفاف جداره‌ها واحد سـاختمان می‌گردد. این نور می‌تواند به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم (پراکنده) باشد. نور مستقیم غالباً از پنجره‌های جنوبی وارد فضـا خواهد شـد درحالی‌که نورگیری از جداره‌های شـمالی به‌صـورت غیرمسـتقیم خواهد بود. به‌طورکلی زمانی که لکه تابش خورشـیدی درون فضا باشـد، نور مسـتقیم و در غیر این صـورت غیرمسـتقیم است همانند نور دریافتی از قسمت آبی‌رنگ گنبد آسمان (پراکنده).



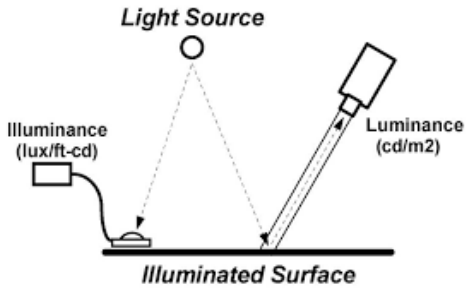
تصویر ۱۴-۱۰: مفهوم نور روز

دلایل بسـیاری برای اسـتفاده از نور روز در فضـاهای انسـانی وجود دارد. با حضـور نور روز نیازی به استفاده از روشنایی مصنوعی نخواهد بود، بنابراین مقدار مصرف انرژی ساختمان در بخش روشنایی کاهش خواهد یافت. همچنین نور روز مزایای فراوانی در سلامت کاربران فضا و احساس فضایی آن‌ها با تأمین دید بـه بیرون فراهم خواهـد کرد. نور روز بـاعـث کـاهش اضـــطراب، تنظیم خواب، بهبود عملکرد کـاربران در یادگیری و انجام کار و غیره خواهد شـد. در مبحث ۴ مقررات ملی سـاختمان نیز ذکر شـده اسـت که همه فضاها نیازمند روشـنایی چه به‌صورت طبیعی و چه مصـنوعی هسـتند. این در حالی است که فضاهای اصلی

@ArcL eidar Naseri

(خانه) شامل نشیمن، پذیرایی، اتاق‌خواب و ناهارخوری و فضاهای فرعی مانند آشپزخانه و راهروها باید نور روز دریافت نمایند. این نور می‌تواند از پنجره‌های بیرونی یا پاسیو به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم نورگیری نمایند.

ساده‌ترین معیار اندازه‌گیری نور روز، روشنایی است که با واحد لوکس اندازه‌گیری می‌شود. این مقدار از حاصل نور مستقیم وارد شده به فضا، بازتاب‌های غیرمستقیم است. این مقدار می‌تواند توسط نرم‌افزارهای شبیه‌سازی و ابزارهای اندازه‌گیری سنجیده شود.



تصویر ۱۴-۱۱: مفهوم روشنایی و درخشندگی

نکات کلیدی:

- در واقع مقدار روشنایی، نوری است که به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به سطح موردنظر می‌رسد.
- در مقابل روشنایی، شاخص درخشندگی وجود دارد که نشان‌دهنده قدرت روشن‌کنندگی منبع نور چه به‌صورت مصنوعی و چه به‌صورت طبیعی است. واحد اندازه‌گیری آن نیز cd/m2 است.

پارامترهای تعیین‌کننده در مقدار نور روز وارد شده به فضا به‌صورت زیر است:

@ArcBES-Heidar Naseri

ویژگی‌های کالبدی محیط		
محیط شهری و میزان محدودیت دید به آسمان	اقلیم	ویژگی‌های بازتابی و حرارتی سطوح بیرونی
ویژگی‌های کالبدی فضا		
طول و عرض فضا	جهت‌گیری	نورگیری از یک‌جهت یا چند جهت
نورگیری از سقف یا سایر سطوح	شکل فضا و بازتاب سطوح داخلی	ارتفاع و شکل سقف
ویژگی‌های بازشوها و پنجره‌ها		
شکل	تعداد	ارتفاع قرارگیری
ارتفاع پنجره	ضریب عبور مرئی	ضریب عبور خورشیدی
میزان هدایت حرارتی	نوع سایبان	موقعیت قرارگیری سایبان
عمق سایبان	زاویه قرارگیری سایبان	رنگ و ضریب بازتاب سطوح سایبان

تصویر ۱۴-۱۲: عوامل و پارامترهای موثر در نور روز و خیرگی

به‌طورکلی نور وارد شده به فضای داخل می‌تواند توسط موانع بیرونی و شرایط آب‌وهوایی هر منطقه تحت‌تأثیر قرار گیرد. درصورتی‌که اقلیم یک منطقه تعداد ساعات آفتابی اندکی داشته و غالباً به‌صورت ابری باشد، میزان روشنایی زیادی داخل فضا نخواهد بود. همچنین سطوح پیرامونی ساختمان و مقدار قدرت بازتاب آن‌ها نیز می‌توانند مقادیر را تحت‌تأثیر قرار دهد برای مثال زمانی که نمای جنوبی ساختمان مقابل پنجره شمالی فضا غالباً شیشه باشد، مقادیر روشنایی زیادی وارد فضاهای شمالی ساختمان خواهد شد.

همان گونه که در جدول نیز آمده است مقدار بازتاب سطوح داخلی و جنس دیوارها از منظر صیقلی یا زبر بودن در مقادیر نور روز دریافتی فضاها اهمیت دارد. شایان‌ذکر است همه موارد ذکر شده مهم هستند. اما در روش شبیه‌سازی باید مقادیر بازتاب سطوح داخلی در نظر گرفته شود.

- مقدار بازتاب هر سطح تابعی از جنس (صیقلی یا صاف بودن) و رنگ آن است. به‌طورکلی در شرایطی که رنگ جداره‌ها و جنس آن مشخص شده باشد (فاز دو طراحی معماری)

@ArcBES-Heidar Nasery

می‌توان مقادیر بازتاب سطوح را بادقت بسیار بالا مشخص نمود و در فرایند شبیه‌سازی تأثیر دارد.

- نرم‌افزارهای شبیه‌سازی نور روز و خیرگی در واقع رابط کاربری برای موتورهای شبیه‌سازی دی سیم و ریدینس هستند. این موتورهای شبیه‌سازی بر اساس ری ترکینگ عمل می‌کنند. بر همین اساس در فرایند شبیه‌سازی مقادیری به‌عنوان پارامترهای ریدینس در محاسبات گنجانده می‌شوند که تعیین‌کننده مقادیر مورد بررسی از تعداد بازتاب‌ها خواهد بود. این مقادیر در ویرایش چهارم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان به‌صورت زیر معرفی شده است.

پارامتر	مقدار
تعداد بازتاب پراکنده بین سطوح (ab)	۶
تعداد اشعه‌های ساطع شده از سطوح در محاسبات (ad)	۱۰۰۰
عدم لحاظ تابش مستقیم (dt)	۰

تصویر ۱۴-۱۳: پارامترهای ریدینس مد نظر مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان برای شبیه سازی نور روز و خیرگی

- در شرایطی که ساختمان در دست طراحی است و هنوز مشخصات نهایی سطوح معلوم نشده است، ویرایش چهارم مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان مقادیر بازتاب جداره‌ها و مبلمان فضا را به‌صورت زیر معرفی کرده است. این اعداد برای احراز شرایط نور روز مبحث و فرایند مقایسه حالات مختلف یا آلترناتیوهای فرم فضا و سایبان پیشنهاد می‌گردد.

نوع سطح		ضریب انعکاس
خارجی	زمین	۰٫۲
	سطوح عمودی خارجی (سایه‌اندازها)	۰٫۳
داخلی	دیوار و سطوح عمودی	۰٫۵
	سقف	۰٫۷
	کف	۰٫۲
	مبلمان	۰٫۵

تصویر ۱۴-۱۴: مقادیر بازتاب سطوح مورد نظر مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان برای شبیه سازی نور روز و خیرگی

ArcBES-Heidar Naseri

در محیط داخلی نیز ابعاد فضا، جهت پنجره، شکل و ارتفاع فضا، نورگیری از سقف و یا نورگیری از چند جهت مقدار نور روز را تحت‌تأثیر قرار خواهد داد. در مبحث ۴ مقررات ملی ساختمان حداکثر عمق نورگیری از پنجره‌ها برابر با ۷ متر در نظر گرفته شده است. قابل‌ذکر است باتوجه‌به شرایط مختلف این مقدار می‌تواند کافی یا ناکافی باشد؛ بنابراین درهرصورت مقدار روشنایی وارد شده به فضا باید تحت شبیه‌سازی قرار گیرد.

از نظر شاخص روشنایی هر فضا باید مقادیر حداقلی برای انجام فعالیت‌ها داشته باشد. این مقدار یا از طریق سیستم روشنایی و یا از طریق نور طبیعی باید تأمین شود. مقدار این عدد وابسته به‌دقت موردنیاز برای فعالیت جاری در آن فضا است. این مقادیر در پیوست دوم مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان ذکر شده است.

	محل	حداقل	پیشنهادی
پ ۲-۱-۱	محلهای مسکونی		
پ۲-۱-۱-۱	اتاق نشیمن و پذیرایی	۷۰	۲۰۰
پ۲-۱-۱-۲	اتاق مطالعه(نوشتن و خواندن کتاب و مجله و روزنامه	۱۵۰	۵۰۰
پ۲-۱-۱-۳	آشپزخانه(ظرفشویی،اجاق و میزکار)	۱۰۰	۲۰۰
پ۲-۱-۱-۴	اتاق خواب: - روشنایی عمومی - روشنایی تخت خواب و میز توالت	۵۰ ۲۰۰	۱۰۰ ۵۰۰
پ۲-۱-۱-۵	حمام: - روشنایی عمومی - آیینه ها (برای اصلاح صورت)	۵۰ ۲۰۰	۱۰۰ ۵۰۰
پ۲-۱-۱-۶	پلکان	۱۰۰	۱۵۰
پ۲-۱-۱-۷	راهرو ، سرسرا و آسانسور	۵۰	۱۵۰
پ۲-۱-۲	دفاتر و ادارات		
پ۲-۱-۲-۱	تمام کارهای عمومی	۲۰۰	۵۰۰
پ۲-۱-۲-۲	ماشین نویسی و محل دیکته کردن	۳۰۰	۶۰۰
پ۲-۱-۲-۳	حسابداری و ماشینهای حساب و اندیکاتور نویسی	۳۰۰	۶۰۰

تصویر ۱۴-۱۵: مقادیر مورد نظر برای تامین روشنایی مصنوعی مورد نیاز در مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان

Nasser Nasseri

۱-۳-۱۴ شاخص‌های ارزیابی نور روز

مقدار نور روز وارد شده به فضا توسط شاخص‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرند و در طول سالیان شاخص‌های مختلفی به وجود آمده است. همان‌طور که اشاره شد، ساده‌ترین شاخص برای اندازه‌گیری نور روز روشنایی است که در سطح میز کار یا ارتفاعی که چشم کاربر در آن حضور خواهد داشت، اندازه‌گیری می‌گردد. این کار توسط نرم‌افزارهای شبیه‌سازی یا ابزارهای اندازه‌گیری لوکس متر انجام خواهد شد.

تصویر ۱۴-۱۶: لوکس متر برای سنجش میزان روشنایی موجود در فضا

سایر شاخص‌ها ارائه شده برای سنجش نور روز بر اساس روشنایی ایجاد شده است اندازه‌گیری مقدار روشنایی در فضا، صرفاً برای یک‌لحظه انجام می‌گردد. زمانی که محیط بیرون می‌تواند آفتابی، ابری یا هر شرایط دیگری داشته باشد. باتوجه‌به اهمیت مقدار نور روز وارد شده در همه ایام سال، دیگر شاخص‌های معرفی شده در دودسته قرار خواهند گرفت.

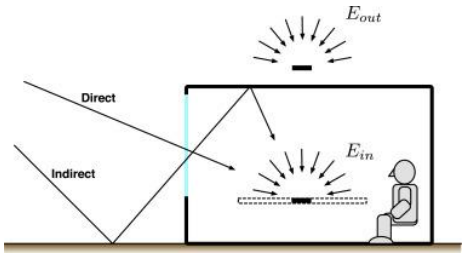
- شاخص‌های ایستا
- شاخص‌های پویا یا مبتنی بر اقلیم

شاخص‌های ایستا به بررسی شرایط نورگیری فضا فقط در یک‌لحظه و شرایط خاص (آسمان آفتابی و تمام ابری) می‌پردازند. درحالی‌که شاخص‌های مبتنی بر اقلیم از اطلاعات فایل آب‌وهوایی EPW استفاده می‌کنند و مقدار روشنایی را در کل سال بررسی می‌کنند.

@ArcBES Heidar Naseri

۱۴-۳-۱-۱ فاکتور نور روز

ساده‌ترین شاخص ایستا، فاکتور نور روز است که نشان‌دهنده نسبت مقدار روشنایی وارد شده به فضا (به‌صورت مستقیم، بازتاب‌های خارجی و داخلی) به روشنایی محیط بیرون است. این شاخص در شرایط تمام ابری در نظر گرفته شده و محاسبه می‌گردد. مقدار این شاخص بین صفر و عدد یک خواهد بود؛ اما ازآنجایی‌که به‌صورت درصد بیان می‌شود، بین بازه صفر تا ۱۰۰ ٪ معرفی خواهد شد.



تصویر ۱۴-۱۷: مفهوم شاخص فاکتور نور روز

+ مقدار روشنایی محیط بیرون می‌تواند بسته به شرایط آسمان ابری یا صاف از ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لوکس متفاوت باشد.

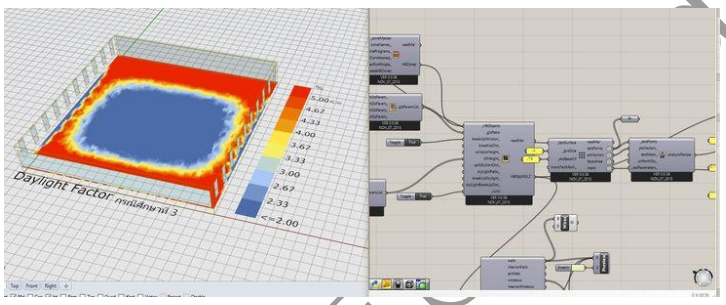
+ مقدار قابل‌قبول برای فاکتور نور روز در بازه ۲ تا ۵ درصد معرفی شده است؛ بنابراین قسمت‌هایی از فضا که فاکتور نور روز آن کمتر از ۲٪ شده باشد، نور کافی دریافت نکرده است. همچنین قسمت‌هایی که مقدار فاکتور نور روز دریافتی آن بیش از ۵٪ شده باشد، احتمال بروز خیرگی در آن وجود دارد. در چنین شرایطی آسایش بصری کاربران مختل شده و آن‌ها اقدام به کشیدن پرده‌های داخلی خواهند نمود در چنین شرایطی باتوجه‌به کم‌شدن نور روز در فضا، کاربران اقدام به استفاده از روشنایی مصنوعی خواهند نمود که باعث افزایش مصرف انرژی خواهد شد. علاوه بر این، کاربران از مزایای روشنایی طبیعی محروم خواهند شد.

+ مقدار فاکتور نور روز در تمام محیط فضا اندازه‌گیری می‌شود به این منظور شبکه‌ای برای آنالیز مقدار شاخص حداکثر به ابعاد ۶۰*۶۰ سانتی‌متر ایجاد خواهد شد که مقدار شاخص در هر نقطه

@ArcBIS-Heidar Naseri

اندازه‌گیری می‌گردد. در نهایت برای نشان‌دادن و ساده کردن فهم وضعیت نور روز فضا، اعداد مربوط به هر نقطه شبکه تحلیل به‌صورت میانگین کل معرفی می‌گردد. به‌عنوان‌مثال مقدار شاخص فاکتور نور روز در قسمت‌های مختلف فضا بین ۰.۱ تا ۱۵ درصد متفاوت بوده و مقدار میانگین فاکتور نور روز فضا ۷ ٪ (به طور مثال) خواهد بود. در چنین شرایطی عدد ۷ ٪ دیدی نسبت به اینکه چه مقدار و قسمت‌هایی از فضا نور اندک، مناسب یا بیش از حد دریافت کرده‌اند ارائه نخواهد کرد.

+بر همین اساس درصدی از مساحت فضا که مقدار فاکتور نور روز در آن کمتر از ۲٪، بیش از ۵٪ و در بازه ۲ تا ۵٪ بوده محاسبه خواهد شد. چنین رویکردی بررسی فضایی نامیده می‌شود و دید بهتری در مورد وضعیت نور روز دریافت شده توسط محیط را ارائه خواهد داد. چنین روشی در شاخش‌های آتی نیز مورداستفاده قرار خواهد گرفت.



تصویر ۱۴-۱۸: شبیه سازی نور روز و شاخص فاکتور نور روز

۱۴-۳-۱-۲ شاخص آتانومی نور روز

این شاخص از نوع شاخص‌های سالیانه است و با کلمه اختصاری DA شناخته می‌شود. این شاخص بر خلاف فاکتور نور روز به بررسی وضعیت در تمام ایام سال و یا به عبارت بهتر در مدت‌زمان اشغال فضا توسط کاربران می‌پردازد. این شاخص نشان‌دهنده درصدی از ساعت اشغال فضاست که در آن حداقل مقدار نور روز موردنیاز (اعداد پیشنهادی پیوست دوم مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان) فضا تأمین شده باشد. حداقل مقدار نور روز موردنیاز برای فضاهایی نظیر کلاس درس و فضای اداری ۳۰۰ لوکس در نظر گرفته خواهد شد. به‌عنوان‌مثال زمانی که آتانومی نور روز در یک نقطه از شبکه تحلیل برابر با ۵۵٪ شده

@ArcBE Nasrollahi Nasari

است، مفهوم آن این است که در ۵۵٪ از مواقع اشغال فضا، مقدار روشنایی نور روز دریافتی بیش از ۳۰۰ لوکس بوده است.

- مدت‌زمان اشغال فضا باید مطابق با پیوست ۵ مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان و زمان‌هایی که امکان دسترسی به نور روز وجود دارد، در نظر گرفته شود.

۳-۱۴-۳-۱-۳ شاخص آتانومی نور روز فضایی sDA

همان‌طور که در بخش فاکتور نور روز اشاره شد، شاخص‌های مختلف می‌توانند از نظر فضایی مورد بررسی قرار گیرند. این شاخص در واقع همان بررسی فضایی شاخص آتانومی نور روز است. این شاخص نشان‌دهنده درصدی از فضا است که در حداقل ۵۰٪ از زمان‌های اشغال فضا، مقدار حداقل مقدار روشنایی موردنیاز آن از طریق نور روز تأمین شده است. به‌عنوان‌مثال، sDA برای یک فضای اداری ۶۵٪ گزارش شده است. این مقدار به این مفهوم است که ۶۵٪ از مساحت فضای اداری در بیش از ۵۰٪ زمان اشغال مقدار روشنایی ۳۰۰ لوکس را به‌صورت طبیعی دریافت نموده است.

حداقل مقادیر sDA مطابق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان برای احراز رده انرژی منطبق با مبحث ۱۹، کم‌انرژی و بسیار کم‌انرژی به‌صورت زیر است.

رده انرژی	شاخص sDA
EC	۵۵ < sDA ≤ ۷۵
EC+	۷۵ < sDA ≤ ۸۵
EC++	۸۵ < sDA ≤ ۹۵

تصویر ۱۴-۱۹: مقادیر مورد قبول شاخص آتانومی نور روز فضایی در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

- شاخص آتانومی نور روز به‌تنهایی در ارزیابی نور روز محیط کارایی ندارد و یا به‌صورت میانگین یا به‌صورت sDA بیان می‌گردد.

BES-Heidar Naseri

- بزرگ‌ترین ایراد وارد به شاخص sDA، عدم تعیین حد بالا برای نورگیری است. برای مثال در فضایی مقدار sDA آن ۹۵٪ شده است. احتمال پیداشدن نقاطی که در معرض خیرگی قرار داشته باشند بسیار زیاد است چراکه بر خلاف تعیین حداقل روشنایی دریافتی (مطابق با پیوست دوم مبحث ۱۳ مقررات ملی)، در تعریف این شاخص حد بالا در نظر گرفته نشده است.

۱۴-۳-۱-۴ شاخص نور روز مفید UDI

بر خلاف شاخص sDA که در تعریف آن حدود بالا برای کنترل مقدار نور روز بیش از حد در نظر گرفته نشده است، در این شاخص این نقص جبران شده است. این شاخص نیز از خانواده شاخص‌های مبتنی بر اقلیم است.

در واقع این شاخص به بازه بندی مقدار شاخص آتانومی نور روز پرداخته است. بازه‌های مورد بررسی در این شاخص بر اساس استانداردهای خارجی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ لوکس، کمتر از ۱۰۰ لوکس و بیش از ۲۰۰۰ لوکس عنوان شده است. این بازه‌ها به ترتیب نشان‌دهنده نور روز مفید (مناسب)، کم و بیش از حد خواهد بود. این شاخص نشان‌دهنده درصدی از فضا است که مقدار روشنایی دریافت شده در آن حداقل در ۵۰٪ زمان اشغال فضا در بازه ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ لوکس باشد.

- ازآنجایی‌که در کشور ایران تعداد ساعت‌های آفتابی بسیار بیشتر از کشورهای اروپایی است، چشم مردم و کاربران ساختمان‌ها به مقادیر بالای نور روز عادت نموده است و کاربران نیز در فضاهای مختلف انتظار روشنایی بیشتری دارند. بر همین اساس پیشنهاد می‌گردد بازه‌های ارزیابی نور روز را بین ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ لوکس برای روشنایی روز مطلوب، کمتر از ۳۰۰ لوکس برای نور روز کم و بیش از ۳۰۰۰ لوکس برای نور روز بیش از حد در نظر گرفته شود.

@ArcBES-Heidar Naseri

به‌عنوان‌مثال مقدار شـــاخص نور روز مفید در بازه ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ لوکس برابر با ۵۵٪ بوده اســـت. مفهوم این عبارت این است که ۵۵٪ فضا حداقل در ۵۰٪ مواقع اشغال فضا مقدار روشنایی بین ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ لوکس دریافت کرده‌اند. به همین ترتیب بازه کمتر از ۳۰۰ لوکس نشان‌دهنده درصدی از فضاست که در حداقل در ۵۰٪ زمان اشغال فضا مقدار روشنایی دریافت شده کمتر از ۳۰۰ لوکس بوده است. برای بازه بیش از ۳۰۰۰ لوکس نیز بیان‌کننده درصدی از فضا است که در حداقل ۵۰٪ مواقع اشغال آن، مقدار نور روز دریافتی بیش از ۳۰۰۰ لوکس شده باشد.

- باتوجه‌به اینکه مقدار ۵۰٪ زمان اشغال در نظر گرفته شده برای شاخص نور روز بیش از حد (بیش از ۳۰۰۰ لوکس) خیلی زیاد اســـت این مقدار ۵٪ یا ۱۰٪ در نظر گرفته خواهد شد؛ بنابراین تعریف نهایی شاخص نور روز مفید در بازه بیش از ۳۰۰۰ لوکس نشان‌دهنده درصـدی از فضـا خواهد بود که در حداقل ۵٪ از زمان‌های اشـغال مقدار نور روز دریافتی بیش از ۳۰۰۰ لوکس باشد.
- با توجه با اینکه این شـــاخص مقادیر حداقل و حداکثری برای دریافت نور روز ارائه داده است، استفاده از آن در فرایند طراحی برای درک مساحتی از فضا که نور روز کم و بیش از حد دریافت کرده است مناسب‌تر خواهد بود. در جدول زیر شاخص‌های مختلف نور روز و مقادیر قابل‌قبول هر یک معرفی شده است.

۵-۱-۳-۱۴ شاخص تابش سالیانه نور مستقیم ASE

این شاخص برای بررسی پتانسیل خیرگی و دریافت تابش خورشیدی مستقیم به داخل بنا ایجاد شده است. مقدار این عدد بیان‌کننده درصدی از فضا است که در بیش از ۲۵۰ ساعت از زمان‌های اشغال فضا نور مستقیم خورشید را بیش از ۱۰۰۰ لوکس دریافت نموده‌اند. به‌عنوان‌مثال درصورتی‌که مقدار ASE در یک فضا برابر با ۳۰٪ باشد این عبارت نشان‌دهنده آن است که ۳۰٪ از فضا در بیش از ۲۵۰ ساعت از زمان‌های اشغال فضا، بیش از ۱۰۰۰ لوکس نور مستقیم دریافت کرده است.

@ArcBES-Heidar Naseri

- مقدار قابل‌قبول این شاخص در راهنمای لیید بیان شده است و باید کمتر از ۱۰٪ باشد.

در ادامه تمامی شاخص‌های متداول در ارزیابی نور روز و بازه‌های مورد قبول آن نشان‌داده‌شده است.

نوع	شاخص	شرح	محدودهٔ قابل‌قبول	وضعیت روشنایی
ایستا	Mean Daylight factor (MDF)	متوسط نسبت نرخ روشنایی نور روز در هر نقطه از داخل فضا به میزان روشنایی موجود در سطح افقی فضای باز و بدون مانع در شرایط آسمان ابری (CIE) است.	2>	نور روز کم
			2< >5	نور روز مناسب
			>5	نور روز شدید
	Daylight Spatial factor(sDF)	درصدی از فضا که مقدار فاکتور نور روز دریافتی آن بیش از ۲٪ باشد	>75%	نور روز کم
			<75%	نور روز مناسب
پویا	spatial Dayilght Autonomy	درصدی از فضا است که میزان مشخصی از روشنایی روز (پیوست دوم مبحث ۱۳) را حداقل در ۵۰٪ از ساعات اشغال سالیانه فضا دریافت می‌کند.	<55%	نور روز کم
			55% < < 75%	نور روز مناسب
			75% < < 85%	نور روز خیلی خوب
			85% <	نور روز عالی
	Useful Daylight Illuminance	این شاخص توزیع روشنایی طبیعی سالیانه در یک فضا را در محدوده های از پیش تعیین شده(در بیش از ۵۰٪ از زمان اشغال) بر حسب لوکس نشان می دهد.	<300	نور روز کم
			300-3000	نور روز مناسب
			>3000	نور روز شدید
	تابش سالیانه نور مستقیم ASE	درصدی از فضا که در بیش از ۲۵۰ ساعت از زمان اشغال، نور مستقیم بیش از ۱۰۰۰ لوکس دریافت نموده است.	10%>	مناسب
			10%<	نامناسب

تصویر ۱۴-۲۰: شاخص‌های اصلی مورد استفاده در ارزیابی نور روز فضاهای مختلف

۲-۳-۱۴ ارزیابی خیرگی

همان‌طور که در بخش‌های قبلی اشاره شد، خیرگی عبارت‌اند از مقدار نور روز بیش از حدی که وارد چشم کاربر خواهد شد و منجر به چشم زدگی می‌گردد. در چنین شرایطی کاربران از پرده‌های داخلی استفاده خواهند کرد. بر خلاف سنجش نور روز که بر پایه روشنایی است، مقدار خیرگی تابعی از درخشندگی منابع نور (به‌صورت طبیعی یا مصنوعی) است.

@ArcDS-Heidar Naseri

تصویر ۱۴-۲۱: مفهوم خیرگی یا چشم زدگی

۱۴-۳-۲-۱ احتمال بروز خیرگی DGP

همانند شاخص‌های ایستا و پویای نور روز، خیرگی نیز دارای شاخص‌های ایستا و مبتنی بر اقلیم است. اصلی‌ترین روش اندازه‌گیری خیرگی از طریق شاخص ایستای DGP است. این شاخص نشان‌دهنده مقدار نور عمودی وارد شده از زاویه دید مشخص بر چشم کاربر است. این شاخص در یک‌لحظه و از زاویه مشخص اندازه‌گیری خواهد شد و بازه‌های متعدد آن در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان به شرح زیر است:

میزان خیرگی	مقدار DGP
عدم وجود خیرگی	DGP ≤ ۰٫۳۴
خیرگی قابل درک	۰٫۳۴ < DGP ≤ ۰٫۳۸
خیرگی آزاردهنده	۰٫۳۸ < DGP ≤ ۰٫۴۵
خیرگی غیر قابل تحمل	۰٫۴۵ < DGP

تصویر ۱۴-۲۲: مقادیر قابل قبول مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان برای خیرگی

تصویر ۱۴-۲۳: ارزیابی خیرگی در فضاهای معماری با شبیه سازی

Research Heidar Naseri

نکات کلیدی:

- مطابق با جدول فوق مقدار خیرگی هیچگاه نباید بیش از ۰.۴۵ باشد.
- اندازه‌گیری خیرگی در فضاهایی که کاربر نمی‌تواند موقعیت خود را به‌راحتی تغییر دهد، ضروری است. در این صورت زاویه دوربین شبیه‌سازی در موقعیت چشم کاربر قرار می‌گیرد و شبیه‌سازی انجام می‌گردد.
- مطابق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، مقدار DGP نباید بیش از ۵٪ در مدت‌زمان اشغال فضا باشد.

۲-۲-۳-۱۴ شاخص عدم آسایش بصری فضایی sVD

همانند شاخص sDA که مقادیر آتانومی نور روز را به‌صورت فضایی بررسی می‌کند، شاخص sVD برای بررسی فضایی مقدار خیرگی در طول سال مورداستفاده قرار می‌گیرد. این شاخص از ساده‌سازی رابطه DGP به‌دست‌آمده است.

$$DGP = 5.87 \times 10^{-5}\, E_v + 0.0918\, \log\left[1 + \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{L_{s,i}^2 \omega_{s,i}}{E_v^{1.87} P_i^2}\right)\right] + 0.16$$

رابطه فوق مشخص‌کننده مقدار احتمال بروز خیرگی خواهد بود. با ساده‌سازی این رابطه به فرمول زیر می‌رسیم:

$$DGPs = 6.22 * 10\text{-}5E_v + 0.184$$

در رابطه فوق مقدار E_v نشان‌دهنده مقدار نور عمودی وارد شده به چشم کاربر است. با جاگذاری عدد ۰.۴۵ برای مقدار DGP (که حداکثر مقدار قابل‌قبول شاخص است)، مقدار نور عمودی وارد شده بر چشم کاربر به دست خواهد آمد. این مقدار برابر با ۴۲۷۶ لوکس خواهد بود.

@ArcBIM Heidar Naseri

- باتوجه‌به رابطه و عدد به‌دست‌آمده مقدار نور وارد شده به چشم کاربر زمانی که از مقدار ۴۲۷۶ لوکس فراتر رود، خیرگی رخ خواهد داد؛ بنابراین با اندازه‌گیری مقدار روشنایی دریافتی در شبکه تحلیل در تمام ساعات اشغال فضا و بازه بندی مجدد آن می‌توان مدت‌زمان بروز خیرگی را در هر یک از نقاط شبکه ارزیابی بررسی نمود.
- به این منظور در نرم‌افزار باید شبکه تحلیل در ارتفاع سر کاربر در نظر گرفته شود (۱.۲ متر). سپس برای هر نقطه درصدی از زمان اشغال فضا که مقدار روشنایی به بیش از ۴۲۷۶ لوکس رسیده باشد، تعیین خواهد شد. درصدی از فضا که مقادیر به‌دست‌آمده برای آن بیش از ۲۰٪ بوده باشد، نشان‌دهنده مقدار شاخص sVD خواهد بود.

$$SVD = \sum_{k=i}^{N} VD_k * 1/N$$

$VD_k = 1$ if $VD_i >= ۲۰\%$ $VD_k = 0$ if $VD_i < ۲۰\%$

- حداکثر مقدار قابل‌قبول برای این شاخص مقدار ۱۰٪ در نظر گرفته شده است. به طور مثال اگر مقدار sVD برابر با ۱۸٪ شده باشد. این عبارت نشان‌دهنده آن است که ۱۸٪ از مساحت فضا در بیش از ۲۰٪ زمان اشغال، نور روز بیش از ۴۲۷۶ لوکس دریافت کرده‌اند.

۱۴-۳-۲-۳ مقدار روشنایی زمینه و محیط مجاور

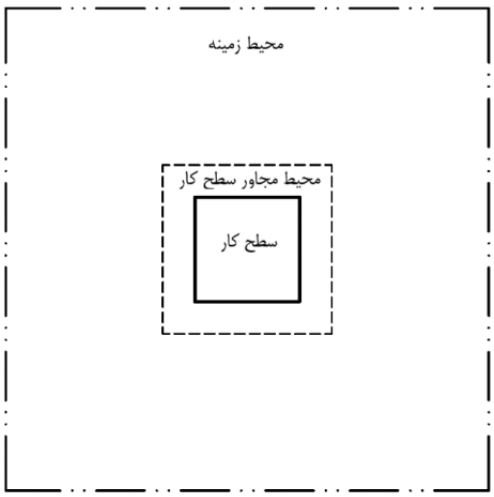
برای جلوگیری از بروز خیرگی، مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان اشاره می‌کند که محیط مجاور فضای کار (به عمق ۰.۵ از هر طرف) باید تابع مقادیر زیر باشد.

شدت روشنایی سطح کار lux	شدت روشنایی محیط مجاور سطح کار lux
≤ ۷۵۰	۵۰۰
۵۰۰	۳۰۰
۳۰۰	۲۰۰
۲۰۰	۱۵۰
≤۱۵۰	برابر با شدت روشنایی سطح کار

تصویر ۱۴-۲۴: مقادیر قابل قبول مبحث ۱۹ در روشنایی زمینه برای تامین یکپارچگی در روشنایی طبیعی و مصنوعی

@ArcBES-Heidar Naseri

- عمق محیط زمینه نیز ۳ متر از محدوده فضای مجاور در نظر گرفته می‌شود و مقدار روشنایی آن حداقل باید یک‌سوم مقدار روشنایی محیط مجاور باشد.



تصویر ۱۴-۲۵: تعیین نواحی مختلف برای تامین حداقل روشنایی و یکنواختی دریافت نور در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

@ArcBES-Heidar Naseri