

شبیه سازی انرژی برای ساختمان های براق شده اداری در سوئد

ساختمان های بسیار براق شده توسط معماران برای خودنمایی، نور و تضاد با دستیابی بیشتر نور روزانه طراحی شده اند. راندمان انرژی آنها، به هر حال، مورد سوال واقع شده است. بنابراین، شبیه سازی انرژی از ساختمان های اداری تک لایه در سوئد، با استفاده از یک وسیله شبیه سازی پویا (حرکتی) انجام شد. به منظور مطالعه اثر شیشه روی مصرف انرژی در طی مرحله سکونت، ساختمان اداری همزمان با پنجره ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد برای دیوار بخش خارجی مطالعه شدند. پارامترهای متغیر دیگر جهت یابی ساختمان، نوع نقشه (ساختمان های با نقشه باز و سلولی)، کنترل نقاط دقیق و مولفه های نمای خارجی (نوع و اندازه پنجره ها، نوع و موقعیت های سایه، و غیره). نتیجه گیری مهم این است که طراحی دقیق برای اطمینان از استفاده از انرژی کمتر و آسایش گرمایی خوب، بخصوص برای ساختمان های اداری بسیار براق مورد نیاز است. طراحی دقیق ساختمان های بسیار براق می بایست بر پایه شبیه سازی گرمایی با جزئیات باشد. بخصوص در ساختمان های کاملاً براق (به طوری که نمای خارجی (سردر) نسبت به شرایط آب و هوایی بسیار حساس تر است)، ترکیب مناسب نقاط دقیق کنترلی، براق کردن و سایه خورشید برای عملکرد انرژی بسیار سخت است.

یک آنالیز حساس از یک ساختمان اداری براق شده تک لایه یکی از اهداف اصلی از مطالعه بود. اگرچه نتیجه گرفته شد که ساختمان های تک لایه بسیار براق برای مصرف کردن انرژی بیشتر در طی مرحله سکونت احتمالی هستند، پس از مطالعه اثر سایه، نوع پنجره و غیره، افزایش حدود ۱۵ درصد بود (۱۰۰ درصد براق کنندگی متناوب در مقایسه با یک ساختمان

مرجع نوعی و با ۳۰ درصد پنجره برای بخش دیوار خارجی) در همان زمان در سطح قابل قبولی از آسایش گرمایی نگهداری می شود بود.

کلید واژه: ساختمان های اداری براق شده، شبیه سازی انرژی، استفاده از انرژی

مقدمه

ساختمان های اداری جدید دارای پتانسیل ذخیره انرژی بالایی هستند. در طول ساختمان اداری ۹۰٪ بسیار با پوشش شیشه ای یک و دولایه نماها ساخته می شوند. ساختمان های اداری تک لایه لعاب شیشه ای داده شده توسط معماران برای خودنمایی، نور و شفافیت با دستیابی به نور روزانه طراحی شده اند اما راندمان انرژی آنها بارها و بارها مورد سوال قرار گرفته است، زمانی که ریسک سرمای زیاد و گرمای زیاد مورد نیاز است وجود دارد.

امروزه یک فقدان دانش راجع به عملکرد کلی ساختمان های اداری بسیار براق شده برای شرایط شمالی است. بنابراین، یک پروژه در بخش انرژی و طراحی ساختمان، دانشکده معماری و ترکیب محیط زیست در دانشگاه لندن، به منظور به دست آوردن دانش احتمالی و محدودیت ها با ساختمان های براق شده در اقلیم شمال به منظور استفاده انرژی و اقلیم اندرونی آغاز شد. یک دورنمای عقب مفصل و محیط پر جزئیات از پروژه در یک گزارش مقدماتی داده شده است. این پروژه پیشرفت های آینده روش های ریاضی و ابزار محاسبه، اصلاحات محاسبات اسلوب شناسی، محاسبات ال سی سی، گردآوری نظرات و راهنمایی ها برای هنر سازندگی از اتاق دفتر براق شده و تقویت قابلیت راندمان منبع ساختمان های پیشرفته در سوئد معنی می دهد.

ادعا شده است که انرژی مورد استفاده برای ساختمان های بسیار براق شده ممکن است بسیار بیشتر از ساختمان های با نمای سنتی زمانی که همزمان به طور خاص برای شرایط خارجی نفوذپذیر هستند باشد. شکل، محل و موقعیت، جهت یابی و سکونت ساختمان ها احتمالا باید برای عملکرد آن ها تعیین کننده باشد.

برای این مطالعه نقطه شروع یک ساختمان مرجع بود؛ یک ساختمان اداری نوعی سوئدی از گذشته ۱۹۹۰ استقرار یافته در گوتنبرگ بود. بخش اول این پروژه تعریف این ساختمان و تناسب با لایه براق شده متفاوت به طور همزمان، انتخاب ابزارهای شبیه سازی و انجام دادن شبیه سازی انرژی برای ساختمان های همزمان در نظر گرفته شده است. استفاده از انرژی و رفاه گرمایی مطالعه شدند. در این مقاله نتایج استفاده انرژی ارائه و بحث شده است.

۲. روش ها

یک ساختمان مرجع مجازی به نمایندگی از ساختمان های اداری سوئدی ساخته شده در ۹۰ سال پیش، برای عملکرد طراحی و انرژی ایجاد شد. برای این ساختمان یک مطالعه پارامتری از انرژی مورد استفاده انجام شد، جایی که در شبیه سازی بنای ساختمان، سیستم HVAC و سیستم کنترل در جزئیات بزرگ توصیف شدند. جهت یابی، نوع نقشه، کنترل مجموعه نقاط، مولفه های نما (نوع پنجره و مساحت، وسایل سایه، و غیره) زمانی که سایر پارامترها مانند شکل ساختمان، فعالیت و جدول سکونت و غیره به یک شکل نگهداری شدند تغییر کردند. مطالعات پارامتری راجع به انرژی استفاده شده در طول مرحله سکونت ساختمان انجام شده است.

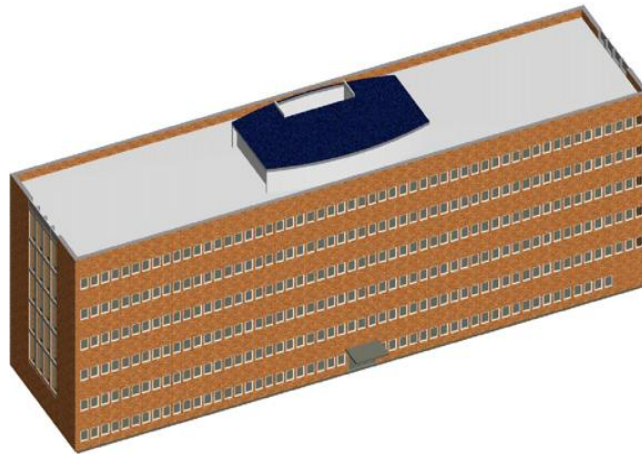
به علاوه، مفهوم سطح رفاه گرمای قابل قبول به منظور ارزیابی عملکرد کلی ساختمان معرفی شده بود. بنابراین، یک سطح حداقل از ۹۰ درصد از ساعات کاری با درصد پیش بینی شده از نارضایتی ساکنین کم تر از ۱۵ درصد به عنوان یک محدودیت برای ساختمان های تناوبی پذیرفته شده قرار داده شده است. درصد پیش بینی شده نارضایتی توسط ابزار شبیه سازی IDA ICE 3.0 (در زیر ببینید) روی سطح منطقه و توسط ستون پردازشگر ام اس اکسل روی یک سطح ساختمان گسترش یافته محاسبه شده بودند.

یک ابزار شبیه سازی استفاده شده IDA ICE 3.0، یک ابزار شبیه سازی انرژی جنبشی بود، که توسط مشاوران و محققان در سوئد، فنلاند و سوازیلند برای انرژی پیشرفته و محاسبه اقلیم درونی بود. رفاه گرمایی در سطح ساختمان و سطح منطقه، زمانی که انرژی استفاده شده تنها در سطح ساختمان محاسبه شده، شبیه سازی شد. آزمایشات موجود برنامه برای دادن نتایج احتمالی را نشان می دهد و قابل استفاده بودن برای جزئیات فیزیک ساختمان و شبیه سازی HVAC را نشان داده اند.

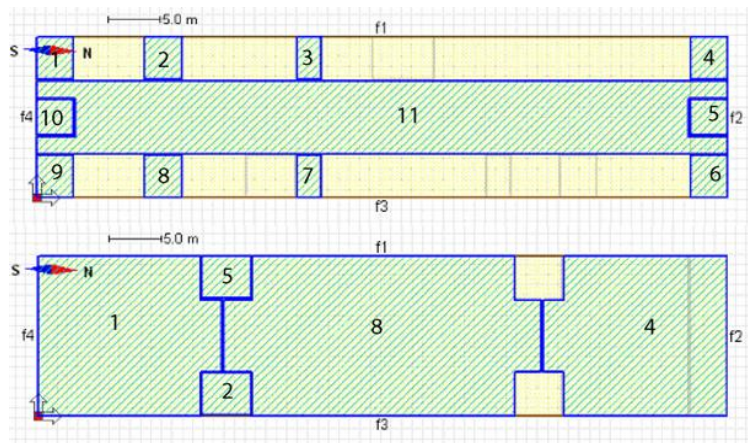
۳. توصیف مدل ساختمان

۳.۱. بحث ساختمان مرجع

ساختمان مرجع یک ساختمان بلند ۶ طبقه همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است بود. ارتفاع ساختمان ۲۱ متر بود. مساحت کف ساختمان ۶۱۷۷ متر مربع و ارتفاع اتاق ۲/۷ متر و فاصله بین کف ها ۳/۵ متر بود. دو نمای بسیار طولانی زمانی که دو بخش کوچک هستند یکسان می باشند.



شکل ۱. نمایی از ساختمان مرجع براق شده، که ۳۰ درصد از مساحت نما براق شده است.



شکل ۲. نمایی از نوع نقشه باز و سلول (ورودی IDA)

دو نوع نقشه برای شبیه سازی فرض شده اند؛ نقشه سلول و باز. مناطق مختلف قرار داده شده در IDA در شکل ۲ نشان داده شده اند. تعداد بسیار زیادی از مناطق در مدل استفاده شده اند، اگرچه مقایسه با تعداد اتاق های برای جلوگیری از زمان شبیه سازی اضافه کاهش یافت. دلیل اصلی برای این توانایی مطالعه رفاه گرمایی در مناطق منحصر به فرد بود، اما همچنین ورودی با جزئیات بیشتر به شبیه سازی انرژی دقیق تری اشاره می کند.

به منظور محاسبه عملکرد کلی ساختمان، هر نوع منطقه توسط تعدادی از برابرهای زیاد شد (ضرب شد). زمانی که هیچ سایه ای از ساختمان های همسایه در نظر گرفته نشد، تکثیر

منصفانه منطقی است؛ کف زمین و بالا، به هر حال، به طور جداگانه زمانی که شرایط مرزی جدای از محیط میانه شد شبیه سازی شد (کف و سقف به طور همزمان). در نتیجه، تمام مولفه های داخل ساختمان (دیوارها، کف ها، سقف ها و غیره) بی دررو یا بی گذر و عایق گرما معرفی شده اند (هیچ تبادل گرمایی بین مناطق در نظر گرفته نشده است). تکرار هر منطقه در هر کف در جدول ۱ نشان داده شده است. انتقال گرما از مولفه های ساختمان در جدول ۲ نشان داده شده است.

مساحت شیشه از ساختمان شبیه سازی شده مربوطه متغیر بود (۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد از مساحت نما). برای ۳۰ درصد براق شده تناوبی یک قاب شیشه شفاف سه گانه با پرده های ایتالیایی در چهارچوب شیشه فرض شده است. به هر حال، برای نوع ۶۰ و ۱۰۰ درصد، همان طور که در جدول ۳ و توضیحات بعدی در بخش ۴ نشان داده شده است چندین انتخاب حاصل شده بود.

مقادیر موثر U و g توسط ابزارهای سایه اندازی روی (۱۰۰ درصد) زمانی که نور فرودی به اندازه ۱۰۰ وات بر متر مربع افزوده شود محاسبه شده است. بنابراین، برای هفتمین تناوب ابزار سایه انداز در طی تمام سال ها فرض شده بودند.

جدول ۱. توصیف منطقه

تکرار منطقه	نوع منطقه	شماره منطقه
۱ (هر طبقه)	اتاق های اداری گوشه	سلول ۱، ۴، ۶، ۹
۷ (هر طبقه)	اتاق های دوگانه اداری	سلول ۲، ۸
۱۴ (هر طبقه)	اتاق های تک اداری	سلول ۳، ۷
۱ (هر طبقه)	اتاق جلسات	سلول ۵، ۱۰

سلول ۱۱	راهرو	۱ (هر طبقه)
۴، ۱ (باز)	منطقه گوشه	۱ (هر طبقه)
۸ (باز)	منطقه میانی	۱ (هر طبقه)
۵، ۲ (باز)	اتاق جلسات	۲ (هر طبقه)

جدول ۲. انتقال گرمایی از مولفه های ساختمان

مقدار U (بر حسب وات بر مترمربع کلوین)	مولفه ساختمان
۰/۳۲	دیوار خارجی (نمای بلند)
۰/۲۵	دیوار خارجی (نمای کوتاه)
۰/۶۲	دیوارهای خارجی
۰/۱۸	کف (بالای ۶ امین طبقه)
۰/۳۲	کف زمین
۱/۷۴	کف های میانی

انتقال گرمایی از چهارچوب ۲/۳ وات بر مترمربع کلوین بود زمانی که براق کنندگی سه گانه استفاده شده بود، یا به عبارت دیگر ۱/۶ وات بر مترمربع کلوین بود (۳۰ درصد براق کنندگی متوالی و ابتدا ۶۰ و ۱۰۰ درصد).

۳.۲. سکونت

برای ساختمان مرجع ۸۰ درصد ساکن (به طور تئوری) درنظر گرفته شده بود که در اتاق ها در طی ساعات کاری نشان داده شده بودند. حضور ساکنین از ساعت ۸ تا ۱۲ و ۱۳ تا ۱۷ برای اداری ها و از ۱۰ تا ۱۲ و ۱۳ تا ۱۵ برای اتاق های جلسه هر روز کاری بود. سکونت در طول کریسمس (۵۰ درصد) و در تعطیلات تابستان (۵۰ درصد در طول ژوئن و آگوست و ۷۵ درصد

در طول جولای) کاهش یافته بود. سطح فعالیت ۱ مت (۱۰۸ وات برای هر ساکن) برای ساکنین در حال نشستن و خواندن ارزیابی شده بود. در نهایت پوشاک (لباس) ساکنین ۱ کلو فرض شده بود (شلوارها، پیراهن های آستین بلند، پلیور های آستین بلند، تی شرت) در طول زمستان و ۶ کلو (شلوارها، پیراهن های آستین بلند) در طول تابستان فرض شده بود.

تعداد کلی ساکنین برای نقشه های نوع باز و سلولی متفاوت بود. برای نوع سلولی، تعداد تئوری از ساکنین ۴۵۴ و نوع جزئی ۳۱۹ بود (۸۰ درصد سکونت برای کارمندی و ۴۰ درصد برای اتاق های جلسه). برای نقشه نوع باز، یک افزایش ۲۰ درصدی برای فضای اداری در نظر گرفته شده بود، درحالی که چگالی اتاق های جلسه یکسان نگه داشته شده بود. این یک تعداد تئوری کلی از ساکنین از ۵۹۰ و یک نوع جزئی ۳۹۵ را به دست می دهد. چگالی سکونت برای نقشه نوع سلولی ۱۷ متر مربع برای هر ساکن و برای نقشه نوع باز ۱۳/۸ متر مربع برای ساکن بود.

۳.۳. نورها و تجهیزات

برای نورهای طرح بندی نوع سلولی، راندمان انرژی نور (تیوب های فلورسانس با تناسب HF) فرض شده بود، یعنی، توان ثابت از ۱۲ وات بر مترمربع برای شاغلین و اتاق های جلسه لومینسانس طراحی شده در میز ۵۰۰ می باشد. برای راهروها و باقیمانده فضاها یک توان ثابت ۶ وات بر مترمربع و لومینسانس ۲۵۰ فرض شده بود. بنابراین، برای نقشه باز توان ثابت ۱۲ وات بر متر مربع برای فضای کاری در نظر گرفته شده بود. اثر روشنایی نورها ۴۱/۷ قرار داده شده بود. برای ساختمان اداری نوع سلولی، گوشه ادارات (یک ساکن) توسط یک کامپیوتر خانگی ۱۲۵ وات تجهیز شده بودند. ادارات یک و دوگانه تنها توسط کامپیوترهای خانگی (دو و یک به ترتیب) تجهیز شده بودند. هیچ تجهیز الکتریکی برای اتاق جلسات در نظر گرفته نشده

بود. ۴ دستگاه کپی ۵۰۰ وات، ۴ پرینتر و دو دستگاه فکس در هر راهرو برای استفاده عمومی قرار داده شده بودند. انرژی خنثی استفاده شده از تجهیزات برای ساختمان های نوع باز در نظر گرفته شده بود که یک کامپیوتر خانگی (۳۰ وات) در هر ساکن در نظر گرفته شده بود، درحالی که پرینترها (۸ واحد از ۳۰ وات و ۴ واحد از ۵۰ وات)، فکس های (۸ واحد از ۳۰ وات) و کپی ها (۴ یکه از ۵۰۰ وات) به طور عمده توسط هرکس استفاده شده بود. هیچ تجهیزاتی برای اتاق های جلسه در نظر گرفته نشده بود. انرژی استفاده شده خنثی از تجهیزات برای نقشه باز ساختمان اداری ۲۱ کیلووات ساعت بر متر مربع بود.

این جدول برای استفاده از نورها و تجهیزات از ساعت ۸ تا ۱۲ (۸۰ درصد)، از ۱۲ تا ۱۳ (۱۵ درصد) و از ۱۳ تا ۱۷ (۸۰ درصد) برای یک روز کاری نوعی در نظر گرفته شد. در طول تعطیلات کریسمس و جولای ۵۰ درصد از استفاده نوعی در نظر گرفته شده بود و در طول ژوئن و آگوست ۷۵ درصد. در طول آخر هفته هیچ استفاده ای از نورها و یا تجهیزات فرض نشده بود. به واسطه تجهیز در حالت آماده به کار، به هر جال ۱۵ درصد از ظرفیت (ذخیره) برای ساعت های غیر کاری در نظر گرفته شده بود.

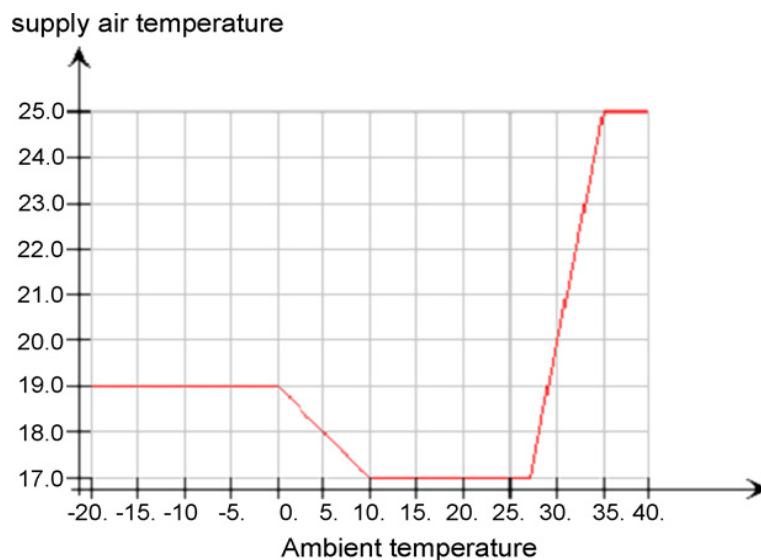
۳.۴ HVAC

برای نوع سلولی، در نظر گرفته شده بود که هوا در اداره ذخیره شده بود و از راهروها خارج شد. برای ادارات با کنترل CAV هوای ذخیره شده توسط ۱۰ لیتر در هر ثانیه برای هر شخص بود. برای اتاق های جلسه کنترل کرین دی اکسید VAV فرض شده بود. برای نقشه باز هوا ذخیره شده بود و از فضای اداره استخراج شده بود (زمانی که هیچ جدایی بین اداره و راهروها

وجود ندارد). هوای نگه داشته شده برای هر شخص ۷ لیتر در ثانیه برای فضای اداره بود(کنترل CAV) و بک کنترل کربن دی اکسید VAV برای اتاق جلسات فرض شده بود. میزان پالایش به وسیله تراوش شامل برخی تهویه پنجره ها برای هر دو نوع ۱ بود. ضریب بازگشت گرما ۶۰ درصد قرار داده شد. واحد مرکزی بررسی هوا از ۶ تا ۲۰ در طول آخر هفته از ۸ تا ۱۷ در طول آخر هفته برای هر دو نوع نقشه روشن بود. دمای ذخیره شده از AHU در شکل ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. براق کنندگی و ویژگی های چهارچوب برای براق کنندگی متناوب

U چهارچوب (بر حسب وات بر متر مربع کلوین)	نوع سایه انداز	g موثر	U موثر (بر حسب وات بر متر مربع کلوین)	g براق کنندگی)	U براق کنندگی (وات بر متر مربع کلوین)	ساختمان های تناوبی
۲/۳	طبقه میانی ونیزی	۰/۳۰	۱/۶۵	۰/۶۹	۱/۸۵	۱
۱/۶	طبقه میانی ونیزی	۰/۲۲	۱/۰۸	۰/۵۸	۱/۱۴	۲
۱/۶	ونیزی داخلی	۰/۲۸	۱/۰۷	۰/۳۵	۱/۱۴	۳
۱/۶	ونیزی داخلی	۰/۲۲	۱/۰۴	۰/۲۲	۱/۱۱	۴
۱/۶	ونیزی داخلی	۰/۴۷	۱/۰۸	۰/۵۸	۱/۱۴	۵
۱/۶	نمای داخلی	۰/۱۹	۰/۹۲	۰/۳۵	۱/۱۴	۶
۱/۶	دودکش های ثابت شده خارجی	۰/۲	۱/۱۴	۰/۳۵	۱/۱۴	۷



شکل ۳. رفتار ذخیره از AHU (ورودی IDA).

انرژی نشان داده شده برای نیاز به گرما خواستار انرژی ناخالص است. زمانی که گرمای ناحیه ای ضریب جوشاننده در نظر گرفته شده بود به عنوان ۱۰۰ درصد انتخاب شده بود، یعنی ناحیه و شبکه انرژی مورد نیاز اغلب یکسان هستند. برای نیاز به سرما انرژی استفاده شده به انرژی اعمال شده در مناطق اشاره دارد و مربوط است (اگر سرمایش ناحیه ای باشد). ضریب فن ها ۷۰ درصد تعیین شدند.

۵.۳. مجموعه نقاط کنترلی

سه مجموعه نقاط کنترلی برای دمای اندرونی برای شبیه سازی ساختمان مرجع انتخاب شده بودند، که در جدول ۴ نشان داده شده است. مجموعه نقطه کنترلی نرمال به عنوان مورد استاندارد تعریف شده است (مرجع)، زمانی که محدودیت دماهای کم تر و بیشتر طرز کار سوئدی های را در ادارات جدید بازتاب می کند. به هر حال، دو مجموعه نقطه دیگر می توانند

اطلاعات مفیدی در مواجهه با اثر استفاده از انرژی، احساس رفاه گرمایی و قدرت تولید بازدهی ساکنین فراهم کنند. برای رادیاتور های آب یک کنترل نسبی و برای شعاع های سردکننده یک کنترل PI به کار برده شد.

نور مصنوعی فراهم شده در محل کار به موازات سه مجموعه نقطه کنترلی تغییر کرده بود. برای کنترل صریح آن فرض شده بود که نورها تغییر کنند زمانی که ساکنین حاضر هستند، بدون در نظر گرفتن مقدار نور روزانه درون اداره (که در اداره موجود غیر معمول نیست). به هر حال، برای مجموع نقاط کنترل ضعیف و نرمال، یک مجموعه نقطه از ۵۰۰ و ۳۰۰ به همان نسبت در محل کار قرار گرفته بود. دلیل اصلی که این مجموعه نقاط فرض شده بودند برای محاسبه ذخیره ها در الکتریسیته برای نور مصنوعی در ساختمان بود.

جدول ۴. مجموعه نقاط کنترل برای براق کنندگی متوالی

نور روزانه در میز کار	دمای ماکزیمم قابل استفاده	حداقل دمای قابل استفاده	مجموعه نقطه کنترلی
مجموعه نقاط	۲۶/۰	۲۱	ضعیف
مجموعه نقاط	۲۴/۵	۲۲	نرمال
مجموعه نقاط	۲۳/۰	۲۲	قوی (محکم)

۴. تولید ساختمان های دیگر

برای ساختمان ۳۰ درصد براق شده، ۱۸ متوالی شبیه سازی شده بودند. اگرچه بنای ساختمان به همان صورت نگه داشته شده بود ۳ جهت یابی (روکش محافظ نمای کوچک شمال جنوب، شرق غرب و ۴۵ درجه)، سه نقطه کنترلی (قوی، نرمال و ضعیف) و دو نوع نقشه (سلولی و باز) به منظور مطالعه اثر آن ها روی عملکرد ساختمان تغییر کرده بودند.

برای براق کنندگی متوالی ۶۰ و ۱۰۰ درصد ۷ چهارچوب پنجره مختلف (به طور تجاری موجود) پیشنهاد شدند و برای هر بنا به طور متوالی مختلف تولید شدند، همان طور که در جدول ۳ نشان داده شده است. باقیمانده بنای ساختمان به همان صورت نگه داشته شد (برای ۳۰ درصد متوالی براق کنندگی). هر کدام از آنها برای یک نوع نقشه سلولی و باز ساختمان اداری و برای مجموعه نقاط قوی، نرمال و ضعیف شبیه سازی شد. در مجموع ۸۴ شبیه سازی متناوب شدند. مختصری توصیف از تناوب تولید شده در ذیل آمده است.

اولین ساختمان تناولی مانند یک پل بین ساختمان های براق شده ۳۰ و ۶۰ درصد عمل می کند. مقادیر U براق کنندگی و U چهارچوب (پنجره شیشه ای شفاف سه تایی) به منظور مطالعه برخورد مساحت براق شده بزرگتر روی مصرف انرژی، یکسان نگه داشته شدند.

تعداد و نوع شیشه ها، نوع و قرارگیری وسایل سایه زنی، و غیره، نیز همانند ساختمان براق شده ۳۰ درصد بودند.

در ساختمان متوالی دوم نوع پنجره تغییر کرد (مقادیر کم تر U براق کنندگی و U چهارچوب) به منظور دستیابی به یک محلول واقع گرایانه بیشتر برای یک ساختمان براق شده تغییر یافت. براق کنندگی جدید یک شیشه سه تایی (۲+۱) بود. نوع و موقعیت وسایل به همان صورت باقی ماند.

در سومین توالی واحد براق شده سه تایی توسط یک براق کنندگی دوبرابر توسط همان مقدار U جایگزین شد. انتقال خورشیدی کلی (مقدار g) به هر حال از ۰/۵۸ تا ۰/۳۸ کاهش یافت. تعداد شیشه ها، موقعیت و نوع ابزارهای سایه زنی آن های یکسان باقی می ماند. این دو مورد به منظور تخمین های آینده اثر مقدار g روی گرما و سرمای باقی مانده انتخاب شده بودند. به

علاوه، زمانی که براق کردن و ویژگی های چارچوب همانند دومین توالی است، پیش بینی اثر موقعیت ابزارهای سایه زنی روی مصرف انرژی و رفاه گرمایی ممکن بود.

در ششمن توالی ترکیبات ونیزی توسط پرده های اندرونی جایگزین شدند. بنای پنجره با سومین توالی یکسان بود، زمانی که این در نظر گرفته شده بود که اغلب نوع پنجره بیشتر مورد استفاده قرار بگیرد. توسط این توالی مطالعه اثر انواع مختلف وسایل سایه زنی روی مصرف انرژی و محیط اندرونی ممکن بود.

در آخرین توالی در نماهای داخلی توسط دودکش های خارجی ثابت جایگزین شده اند. بنای پنجره دوباره با سومین توالی یکسان بود.

۵. نتایج و بحث

به واسطه مقدار بزرگ توالی ساختمان شبیه سازی شده تنها برخی توالی های نماینده راجع به استفاده انرژی کلی ارائه شده اند (بخش ۵.۱). در دو بخش (بخش های ۵.۲ و ۵.۳)، بیشتر توالی های شبیه سازی شده به منظور مطالعه اثر پارامتر ها روی مصرف انرژی در طی مرحله سکونت مقایسه شده است.

مطالعات پارامتری در یک ساختمان در یک سطح منطقه ای انجام شد. مصرف انرژی برای گرمایش، سرمایش، نوردهی، پمپ ها و فن ها امتحان شد. به واسطه مجموعه نقاط کنترل اعمال شده برای ساختمان های مختلف متوالی مطالعات پارامتری در دو روش انجام گرفت:

- مقایسه توالی ها توسط مجموعه نقاط کنترل یکسان به منظور پیش بینی اثر جهت

یابی، بنای نما و نوع نقشه روی مصرف انرژی.

- مقایسه عرضی توالی ها با مجموع نقاط مختلف (فرض کردن جهت یابی، بنای نما و نوع نقشه برای توالی های ساختمان های مختلف) به منظور پیش بینی اثر مجموعه نقاط روی مصرف انرژی. برای این مقایسه عرضی، و به منظور اطمینان از عملکرد کلی خوب ساختمان، مفهوم قابل قبول سطح رفاه گرمایی معرفی شده اند. بنابراین، یک حداقلی از سطح در حدود ۹۰ درصد از ساعات کاری توسط درصدهای غیر رضایتبخش ساکنان کم تر از ۱۵ درصد به عنوان یک محدودیت برای توالی ساختمان های پذیرفته شده است.

۱. ۵. استفاده انرژی کل

استفاده انرژی برای توالی های ساختمان براق شده ۳۰ درصد در جدول ۵ نشان داده شده اند. جایی که کربن، اکسیژن: نوع نقشه سلولی یا باز؛ شمال جنوب، شمال جنوب ۴۵ درجه یا جهت شرق- غرب): نمای روبروی کوتاه شمال- جنوب، شمال جنوبی ۴۵ درجه یا شرق به غرب در جهت یابی؛ قوی، نرمال، ضعیف؛ مجموعه نقاط کنترل. همان طور که در جدول ۵ نشان داده شده است، اثر جهت یابی روی مصرف انرژی ساختمان براق شده ۳۰ درصد کوچک است (همچنین بخش ۶.۲ برای توالی ها با همان مجموعه نقاط کنترل یکسان را ببینید). به همین دلیل جهت یابی برای تمام توالی های بسیار براق شده متغیر نبود و تنها به طور مختصری مورد مطالعه قرار گرفت.

اولین توالی براق شده ۶۰ درصد تنها برای یک مقایسه عرضی با ساختمان ۳۰ درصد براق شده انتخاب شد. همان طور که انتظار می رود، مصرف انرژی کل به طور چشمگیری افزایش می یابد (از ۱۲۳ به ۱۵۱ کیلو وات ساعت بر متر مربع)، زمانی که مساحت پنجره خارجی دیوار

خارجی افزایش می یابد (جدول ۶). توالی توسط پنجره ۱۰۰ درصد به مساحت دیوار خارجی در یک مصرف انرژی بسیار کم (۱۷۷ کیلو وات ساعت / متر مربع) همان طور که در جدول ۷ نشان داده شده است).

جدول ۵. استفاده انرژی برای توالی براق شده ۳۰ درصد

توالی های براق شده ۳۰ درصد	گرمای محیط (کیلووات ساعت/مترمربع)	سرمایش (کیلو وات ساعت/ متر مربع)	کل (کیلووات ساعت/ متر مربع)
C-NS نرمال	۵۲/۲	۱۱/۵	۱۲۳/۴
C-NS45 قوی	۵۶/۰	۲۰/۲	۱۳۶/۲
C-NS45 نرمال	۵۲/۱	۱۱/۰	۱۲۲/۸
C-NS45 ضعیف	۴۷/۱	۶/۶	۱۱۳/۳
C-EW نرمال	۵۲/۳	۱۰/۳	۱۲۲/۳
O-NS45 نرمال	۴۴/۶	۱۷/۳	۱۲۶/۸

جدول ۶. استفاده انرژی برای توالی های ۶۰ درصد براق شده

توالی های ۶۰ درصد براق شده	گرمای محیط (کیلو وات ساعت / متر مربع)	سرمایش (کیلو وات ساعت/مترمربع)	کل (کیلووات ساعت/مترمربع)
C-NS45 نرمال ۱	۷۲/۳	۲۰/۳	۱۵۱/۴
C-NS45 نرمال ۲	۴۹/۶	۲۴/۴	۱۳۳/۲
C-NS45 نرمال ۳	۵۳/۹	۱۸/۰	۱۳۱/۴
O-NS45 نرمال ۳	۴۶/۳	۲۲/۲	۱۳۳/۳
C-NS45 نرمال ۴	۵۵/۵	۱۳/۴	۱۲۸/۵
C-NS45 نرمال ۵	۴۸/۵	۳۵/۸	۱۴۳/۵

C-NS45 نرمال ۶	۵۳/۵	۱۸/۲	۱۳۱/۲
C-NS45 نرمال ۷	۵۸/۹	۷/۲	۱۲۵/۹

اگر عبور گرمایی از پنجره توسط کم شدن عبور گرمایی از چهارچوب و جایگزینی شیشه سه لایه توسط یک پنجره سه لایه براق شده با میزان پوشش دهی کم E (شیشه اندرونی) و آرگون (بین دو شیشه درونی) برای توالی ۶۰ درصد براق شده افزایش یافته است (توالی براق شده دوم)، سپس مصرف انرژی کل توسط ۱۸/۲ کیلو وات ساعت/متر مربع کاهش یافته است. با افزایش مقدار g در سومین توالی و جایگزینی پرده ها توسط نوع داخلی، مصرف انرژی کل تنها ۱/۸ کیلو وات ساعت/متر مربع افت می کند. در این مورد g موثر اندکی بیشتر است اما مقدار g (زمانی که سایه زنی اعمال نشده است) بسیار کم تر است. بنابراین اغلب ذخیره کردن به واسطه دوره هایی است که سایه زنی متوقف شده است. کاهش بعدی عبور خورشیدی کل (توالی ۴۰ ام) نتایج مشابهی را سبب می شود (کاهش کلی ۲/۹ کیلو وات ساعت/متر مربع در مقایسه با سومین توالی).

عبور خورشیدی کل در ۵۰ امین توالی افزایش یافته است (هنوز استفاده از پرده داخلی)، نگه داشتن باقیمانده پارامترها به صورت یکسان، مصرف انرژی کل ۱۲/۱ کیلو وات ساعت/متر مربع افزایش می یابد. تنها تفاوت میان توالی دوم و پنجاه ام موقعیت پرده های ونیزی است. زمانی که پرده های ونیزی به طور داخلی قرار داده شده اند در توالی ۵۰ ام، کاهش چشمگیری در سرمایش در یک افزایش از انرژی استفاده کل نتیجه می شود.

پرده های میانی یک مقدار g موثر ۰/۲۲ می دهد در حالی که نوع داخلی آن (۵۰ امین توالی) یک مقدار g ۰/۴۷ می دهد. با جایگزینی پرده های اندرونی متوالی توسط پرده های داخلی

(۶۰ امین توالی)، مقدار g موثر اندکی کاهش می یابد. این نتایج مشابه نیاز مصرف انرژی کلی است.

در نهایت در توالی ۷۰ ام، پرده های اندرونی از سومین توالی توسط دودکش های افقی ثابت خارجی جایگزین شدند. در این مورد مقدار g با استفاده از نرم افزار پاراسول برای هر ماه و یک متوسط ماهیانه مقدار g محاسبه شده است در IDA قرار داده شد. مصرف انرژی کل در این مورد کم ترین از توالی ۷ ام است. به هر حال، از زمانی که ویژگی های وسایل سایه زنی (مقدار g) در یک روش متفاوت برای توالی ۷۰ ام محاسبه شد انتخاب توالی راندمان انرژی معمول در میان اولین مورد ۶ بود و بنابراین توالی ۴۰ ام به عنوان بیشترین راندمان انرژی بود. سومین توالی به عنوان یک مورد مشترک در ساختمان های واقعی برای مقایسه های نوع نقشه ها انتخاب شد (C-NS45 نرمال ۳، O-NS45 نرمال ۳). برای توالی های براق شده ۳۰ درصد، مطالبه گرمایش از نوع سلولی بیشتر از نقشه باز است در حالی که مطالبه سرمایش کم تر است. مصرف انرژی کل از نوع نقشه باز ۴ کیلووات ساعت/متر مربع بیشتر از نوع سلولی آن می باشد.

از توالی های ۱۰۰ درصد براق شده تنها ۴ مورد اول (۴ سلول و یک نقشه باز) ارائه شده است (جدول ۷). فشرده سازی براق کنندگی متفاوت برای توالی ۱۰۰ درصد براق شده مشابه ۶۰ درصد آن است. برای مثال، ذخیره انرژی کل زمانی جایگزینی شیشه شفاف سه تایی (توالی اول) از ساختمان ۶۰ درصد براق شده توسط یکی از توالی دوم (مقدار g و U کم تر) در جدول ۶، ۱۸ کیلووات ساعت/متر مربع است. همان تغییر برای ساختمان ۶۰ درصد براق شده در جدول ۷ یک تفاوت از مطالبه انرژی کل ۲۵ کیلو وات ساعت/مترمربع داده می شود.

یک مقایسه عرضی از ساختمان های ۶۰ درصد (توالی ۴) و ۱۰۰ درصد (توالی ۴) نشان می- دهد که مصرف انرژی کل از توالی ۶۰ درصد براق شده مشابه نمونه ۳۰ درصد است. به هرحال، توالی ساختمان براق شده ۱۰۰ درصد ۱۸ درصد انرژی بیشتری استفاده می کند.

۲. ۵. استفاده انرژی برای توالی ها با همان مجموعه نقاط کنترل

۱. ۲. ۵. نوع نقشه

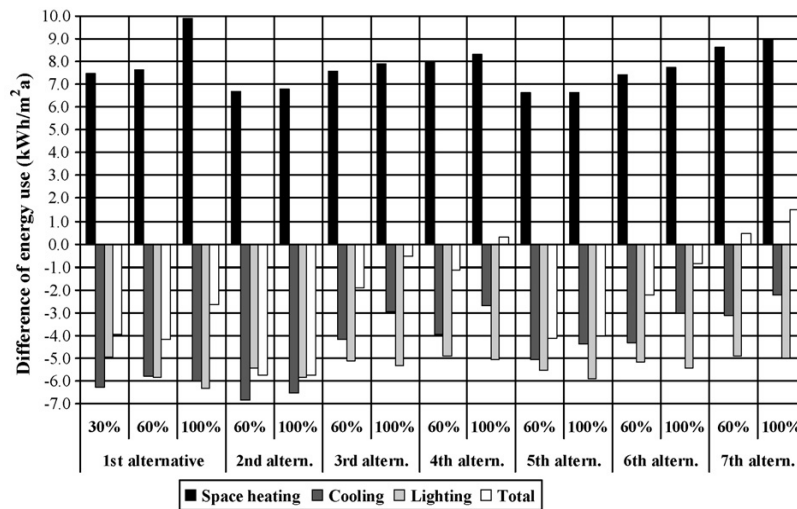
اساسا به واسطه ظرفیت های داخلی بالا و یک رویکرد تهویه (اغلب میزان تهویه کم تر)، نقشه نوع باز تمایل دارد نسبت به نوع سلولی گرم تر باشد. از این رو، درخواست سرمایش زمانی که نیاز فضای گرمایش کاهش می یابد، بخصوص برای مجموعه نقاط سرمایش و گرمایش قوی افزایش می یابد. تفاوت میان مصرف انرژی کل برای دو نوع نقشه ترجیحا کوچک است و مشابه برای تمام توالی های ساختمان های است.

برای ساختمان مرجع (مساحت ۳۰ درصد پنجره به مساحت دیوار خارجی) استفاده انرژی برای گرمایش نوع سلولی ساختمان اداری (با مجموعه نقاط نرمال) ۱۴ درصد بیشتر (با مجموعه نقاط کنترلی ۷/۵ کیلووات ساعت /متر مربع) برای نقشه باز در شکل ۴ نشان داده شده است. برای توالی های براق شده ۶۰ و ۱۰۰ درصد با همان نوع پنجره (شیشه شفاف سه تایی) افزایش به ۱۱ درصد یا ۷/۶ یا ۹/۹ کیلو وات ساعت /متر مربع کاهش یافته است به همان نسبت (زمانی که اثر مساحت براق شده بسیار مهم تر است، اثر نوع نقشه کاهش می یابد). به طور معکوس، نیاز سرمایش از نقشه نوع باز برای توالی های براق شده ۳۰ درصد بسیار بیشتر است (۵۷ درصد یا ۶/۳ کیلو وات ساعت /متر مربع)، در حالی که برای نوع های براق شده ۶۰ و ۱۰۰ درصد مطالبه سرمایش نقشه نوع باز به میزان ۲۸ درصد (۵/۸ کیلووات ساعت /متر مربع)

و ۲۰ درصد (۶ کیلو وات ساعت بر متر مربع) به ترتیب کاهش یافته است (اثر مساحت براق شده بسیار مهم تر از مطالبه گرمایش است، بنابراین کاهش تفاوت بین توالی های براق کنندگی بزرگتر است). در هر مورد، اثر نوع نقشه برای توالی های بسیار براق شده کاهش یافته است (مساحت پنجره بزرگ از توالی های براق شده ۱۰۰ درصد با عبور گرمای بالا از پنجره ترکیب می شود اثر نوع نقشه روی مطالبه سرمایش را همان طور که در شکل ۴ نشان داده شده است کاهش می دهد. مساحت بالاتر شیشه به یک کاهش اندک در مصرف انرژی برای نوردهی اشاره دارد. استفاده انرژی بیشتر از نوع نقشه باز نسبت به نوع سلولی (شکل ۴ را ببینید) می تواند توسط نیاز نوردهی صحیح از تمام ساختمان توضیح داده شود (برای نوع نقشه باز)، از آن زمان تمام این ها به عنوان مساحت کار استفاده شده اند (برای راهروها نوع سلولی نیمی از توان نوردهی مورد نیاز است).

اثر شدید نوع نقشه روی مطالبه سرمایش و گرمایش صرف نظر از نوع پنجره کاملاً مشابه هستند (شکل ۴ را ببینید). به طور معمول اثر شدید نوع نقشه روی مطالبه سرمایش به افزایش متناوب با مقادیر g و g موثر اشاره دارد. (یعنی نوع ۷۰ ام با دودکش های خارجی ثابت).

در نهایت نیاز به ۲۴ درصد انرژی بالا برای عملکرد و سرمایش اتاق های اصلی ۱۷۵ کیلووات ساعت /به ازای هر ساکن برای اتاق های اصلی (بدون در نظر گرفتن مجموعه نقاط) می باشد برای نقشه نوع باز به واسطه افزایش تعداد ساکنین است. استفاده انرژی برای عملکرد و سرمایش اتاق های اصلی ۱۷۵ کیلووات ساعت به ازای هر ساکن برای اتاق های اصلی و ۸۷/۵ کیلووات ساعت برای هر ساکن برای سرمایش در نظر گرفته شده است.



شکل ۴. اثرات نوع نقشه مصرف انرژی توالی های براق شده. تفاوت مصرف انرژی بین نقشه های باز و سلولی برای مجموعه نقاط نرمال.

۲.۵. جهت یابی

روی یک سطح ساختمان ، اساسا به واسطه این حقیقت که دو نمای کوتاه و دو نمای بلند مساوی و یکسان هستند، اثر زیادی روی مصرف انرژی ندارد. مجموعه نقاط کنترل، تفاوت های کوچک تر در استفاده انرژی برای جهت یابی های متفاوت هستند. اثر نوع نقشه روی مصرف انرژی هنوز نسبتا کوچک است (وقتی که مقایسه C-NS45 نرمال و O-NS45 نرمال صورت می گیرد). مصرف انرژی برای نقشه نوع باز اندکی بیشتر است. به واسطه اثر شدید جهت یابی روی مصرف انرژی کل، مطالعه دیگری روی سطح ساختمان انجام نشده است. احتمالا یک اثر از جهت یابی وجود خواهد داشت، اگر نماها متفاوت باشند.

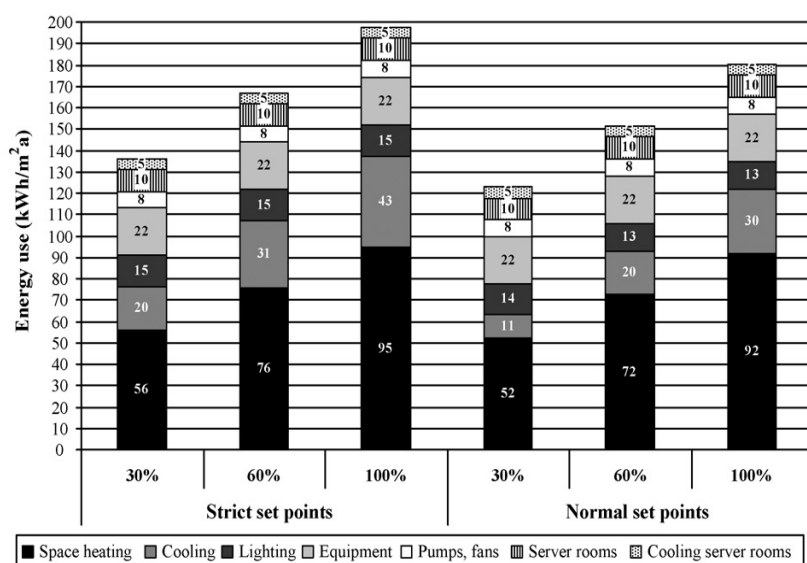
۳.۵. بنای نما

به منظور مطالعه اثر مساحت شیشه روی استفاده انرژی، تناوب های براق شده ۶۰ و ۱۰۰ درصد با براق کنندگی شفاف سه گانه (زمانی که در ساختمان اصلی هستیم) تولید شدند. (در

واقعیت پنجره های استفاده شده برای تناوب های بسیار براق شده به صورت نوعی گرما و عبور انرژی خورشیدی کم تری دارند).

مقایسه عرضی نمودار مصرف انرژی توالی های براق شده ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد (نوع سلولی) توسط مجموعه نقاط قوی و نرمال در شکل ۵ نشان داده شده اند. افزایش مصرف انرژی کل برای ساختمان ۶۰ درصد براق شده ۲۳ درصد بدون در نظر گرفتن مجموعه نقطه است (در مقایسه با ساختمان مرجع). افزایش برای توالی های براق شده ۱۰۰ درصد برای قوی ۴۵ درصد و برای نرمال از مجموعه نقاط ۴۷ درصد است. هردو نیاز گرمایش و سرمایش در توالی ساختمان های بسیار براق شده همان طور که در شکل ۵ نشان داده شده است افزایش می یابد. افزایش نیاز به سرمایش ساختمان های ۱۰۰ درصد براق شده بسیار بالاست (۱۱۲ درصد برای مجموعه نقاط قوی و ۱۷۷ درصد برای نرمال).

یکی از بحث های مهم برای استفاده مساحت براق شده در ساختمان ها گذشته بهتر محیط اندرونی به واسطه نور روزانه است. به هر حال مساحت کاهش یافته پنجره لازم نیست که اشاره به کاهش در مصرف انرژی برای نورساختمان ها به درستی دارد (شکل ۶ را ببینید).



شکل ۵. استفاده انرژی توالی های ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد (نوع سلولی، براق کنندگی شفاف سه گانه) توسط مجموعه نقاط قوی و نرمال.

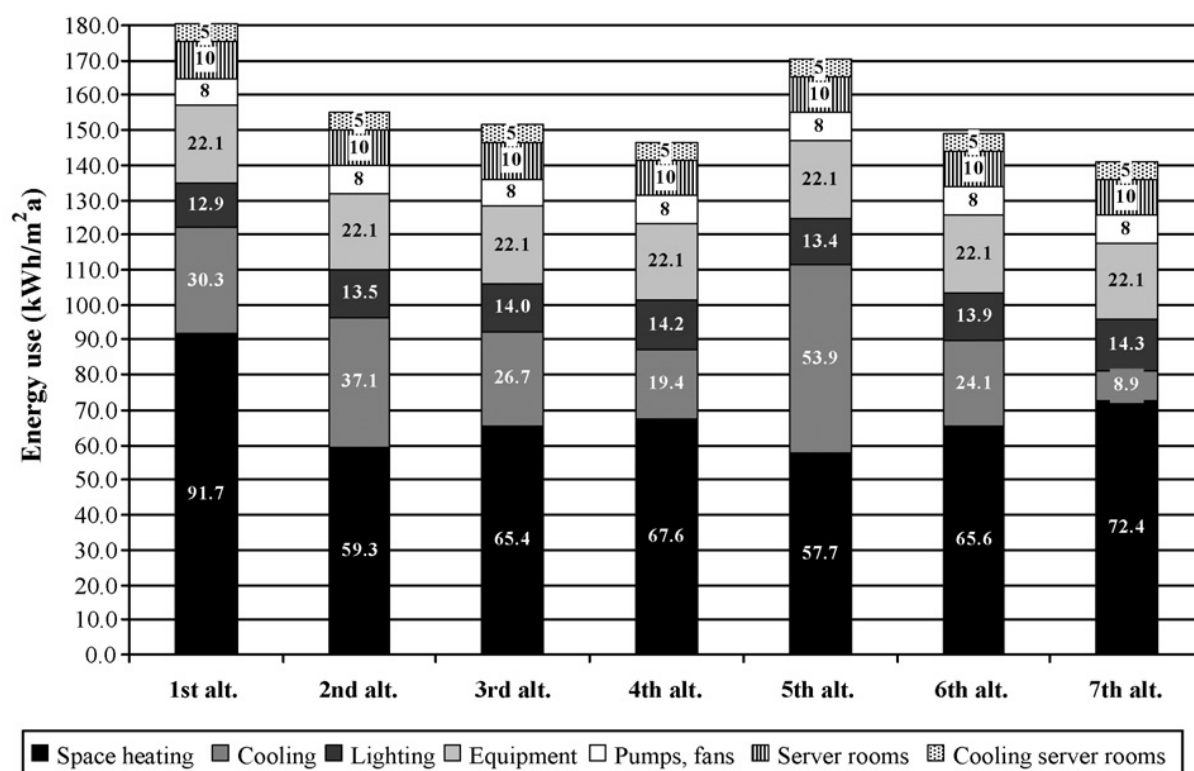
یک مقایسه عرضی از توالی های براق شده ۶۰ و ۱۰۰ درصد توسط پنجره های متفاوت و وسایل سایه زنی، نشان می دهد که تفاوت در مصرف انرژی کل (در مقایسه با ساختمان مرجع) زمانی که عبور گرما و عبور انرژی خورشیدی کل کاهش می یابد، کاهش یافته است.

به منظور نشان دادن اثر چشمگیر پنجره ها و وسایل سایه زنی روی استفاده انرژی، ۷ توالی براق شده ۱۰۰ درصد توسط مجموعه نقاط نرمال (نقشه نوع سلولی) مقایسه شده اند (شکل ۶ را ببینید). یک کاهش در عبور گرما از پنجره (متناوب ۷-۲) در یک کاهش در مصرف انرژی برای گرمایش و یک کاهش کوچک تر در نیاز سرمایش نتیجه می دهد (مقایسه تناوب های ۱ و ۲). تناوب ها (دوم و ۵۰ ام) با مقادیر انرژی عبوری خورشیدی کل بالا (۵۸/۰) یک نیاز گرمایش اندکی کم تر را نیز دارد (مقایسه با سومین با $g=0.35$ ، در حالی که یک (۴۰ ام) با مقادیر g کم تر (۲۷/۰) اندکی نیاز به گرمای کم تری دارد. این اثر روی نیاز سرمایش متضاد است؛ مقادیر کم تر g نیاز سرمایش کم تری را می دهد.

موقعیت وسایل سایه زنی و اثر روی مصرف انرژی نیز مطالعه شد. پرده های میانی در مقادیر g موثر پایین تر نتیجه می شود و از این رو مصرف انرژی کم تری برای سرمایش نسبت به نمونه اندرونی دارد. زمانی که تناوب های دوم و پنجاهم (ویژگی های پنجره و وسایل سایه زنی یکسان) مقایسه شده اند، این مشهود است که زمانی که پرده ها در درون قرار داده شده اند نیاز سرمایش به طور چشمگیری (۳۷/۰) کاهش می یابد. مطالبه گرمایش وقتی پرده ها اغلب در طول دوره های گرم استفاده شدند (اندکی بیشتر در دومین تناوب)، اغلب یکسان است.

زمانی که پرده های خارجی ثابت شده اعمال شدند (تناوب ۷۰ ام) مطالبه سرمایش به طور قابل ملاحظه ای زمانی که مطالبه گرما افزایش یافت به واسطه انرژی خورشید کاهش یافته به

دست آمده در بیشتر سال ها کاهش یافته است. نیاز به سرمایش از توالی ۷۰ ام کم تر است زیرا سایه زنی اغلب اعمال شده است. توالی های سوم و ششم اغلب مقدار g موثر یکسانی دارند. انواع متفاوت سایه زنی داخلی (پرده ها رد سومین و نماها در ششمین) زیار روی مصرف انرژی اثری ندارند.



شکل ۶. اثر نوع پنجره و وسایل سایه زنی روی مصرف انرژی برای مجموعه نقاط نرمال و ۱۰۰ درصد براق شده

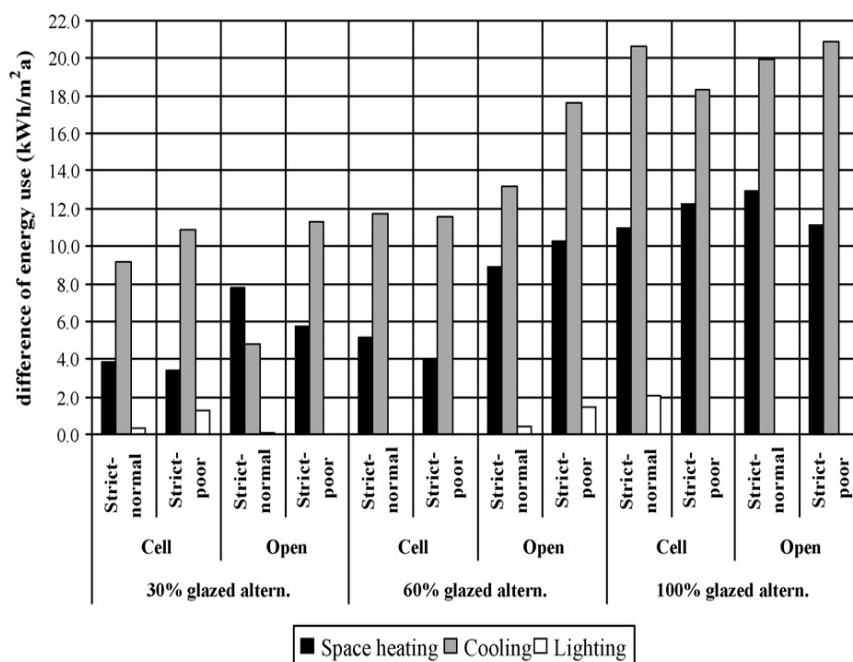
۵/۳ مصرف انرژی برای توالی ها توسط مجموعه نقاط کنترل

یک مقایسه عرضی از اثر مجموعه نقاط روی مصرف انرژی برای توالی های براق شده ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد با براق کنندگی شفاف سه گانه در شکل ۷ نشان داده شده است. برای نوع سلولی ساختمان مرجع مصرف انرژی برای گرمایش به میزان ۷ درصد برای مجموعه نقاط کنترل نرمال کاهش می یابد و به میزان ۱۶ درصد برای مجموعه نقاط ضعیف (در مقایسه با نوع قوی آن). برای نقشه نوع باز نیاز گرمایش حتی بیشتر هم کاهش می یابد، توسط بیش از ۱۱ و ۲۴

درصد. اگرچه حداقل گرمای محدود برای مجموعه نقاط کنترل نرمال و قوی یکسان است (۲۲ درجه سانتی گراد)، مجموعه نقاط قوی احتمال گرمای ذخیره شده را کاهش می دهد (جرم گرمایی)، بنابراین مطالبه گرما افزایش می یابد. برای یک پنجره با مساحت بزرگتر (۶۰ درصد تناوبی) تفاوت ها به ۵ و ۷ درصد برای نوع سلولی و ۱۴ و ۱۹ درصد برای نوع نقشه باز کاهش می یابد. زمانی که مساحت پنجره حتی بیش از اثر مجموعه نقاط افزایش می یابد حتی بیشتر همان طور که در شکل ۷ نشان داده شده است کاهش می یابد.

برای مجموعه نقاط کنترلی نرمال حداکثر دمای مجاز ۲۴/۵ درجه سانتی گراد است درحالی که برای مجموعه نقاط ضعیف و قوی به ترتیب ۲۳ و ۲۶ درجه سانتی گراد است. نیاز سرمایش برای مجموعه نقاط نرمال ۴۵ درصد کم تر برای سلولی و ۳۹ درصد کم تر برای نقشه نوع باز است. افزایش برای نوع ضعیف به یک میزان زیاد به اندازه ۶۵ و ۶۴ درصد است.

کاهش اثر مجموعه نقاط روی نیاز گرمایش شبیه اثر کاهش یافته روی نیاز سرمایش است که مساحت پنجره به ۶۰ و ۱۰۰ درصد افزایش می یابد. اثر مجموعه نقاط روی نور نوع سلولی اداره ها به طور صحیح آنچه به عنوان مساحت پنجره است به واسطه نور پیشین افزایش می یابد.



شکل ۷. اثر مجموعه نقاط روی مصرف انرژی برای توالی های براق شده ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد توسط براق کردن شفاف سه گانه.

مشابه گرایش توالی های ۲-۷ برای ساختمان های براق شده ۶۰ و ۱۰۰ درصد است. به هر حال، نه تمام توالی های نیاز از یک حداقل انرژی از ۹۰ درصد ساعت کاری با PDD کم تر ۱۵ درصد برآورده نمی کند. توالی هایی که این نیاز را برآورده نمی کنند نوعی مجموعه نقاط کنترلی ضعیف هستند و توالی های بسیار براق شده توسط شیشه شفاف سه گانه هستند. بنابراین، وقتی عملکرد ساختمان کلی را در نظر می گیریم، راندمان انرژی تناوبی می بایست با حداقل انرژی مطالبه شده باشد و در همان زمان نوعی که نیازهای رفاه گرمایی را دقیقاً برآورده می کند باشد.

۶. نتیجه گیری

راندمان انرژی ساختمان های بلند به بنای نما بستگی دارد. ساختمان های بسیار براق شده باید به دقت در طول مراحل طراحی بررسی شود تا انواع مختلف بناها یک اثر بزرگ روی

راندمان انرژی درمقایسه با ۳۰ یا حتی ۶۰ درصد پنجره به توالی های مساحت دیوار باشد. این هدف مهم زمان طراحی ساختمان های اداری براق شده می بایست از یک نیاز سرمایش بالا جلوگیری کند تا این اغلب بتواند برای اطمینان از یک مصرف انرژی کلی کم نشان داده شود. مقادیر کم عبور گرمایی نیز می تواند برای اطمینان از گرمای منطقی و مصرف انرژی کم بسیار سخت باشد.

نتایج اصلی از این مطالعه به این صورت هستند:

- در سطح ساختمان، اثر جهت یابی روی مصرف انرژی نسبتا کوچک بود، اساسا به واسطه این حقیقت که دو نمای طولانی و دو نمای کوتاه منحصر به فرد بودند ...
- افزایش مساحت پنجره به طور ضروری کاهش مصرف الکتریسیته برای نور دهی معنی نمی دهد. استفاده از الکتریسیته برای نور برای توالی های مطالعه شده ۱۵ کیلووات ساعت بر متر مربع بود (تقریبا ۱۰ درصد انرژی مصرفی کل). مشکل درخشندگی یا روشنایی زیاد که می تواند توسط مقدار نور زیاد وارد شده در فضای کار بسیار براق شده باشد اغلب کیفیت راحتی دید را کاهش می دهد. از این رو، وسایل سایه زنی به طور مکرر در ساختمان های بسیار براق شده اغلب همان سطح از نور استفاده شده در یک ساختمان توسط یک نمای با قاعده استفاده شده است. این بخصوص برای سایه زنی های خورشیدی سنتی و کنترل درست است.
- بعدها برای داخل سایه جایگزین شده است، ضعیف ترین انرژی خورشیدی به دست آمده را کاهش می دهد و بدین وسیله سرمایش بیشتری مورد نیاز است.

- عبور گرمای کم از پنجره های یک انتخاب خوب است که نیاز گرمایی را زمانی که سرمایش نیاز است کاهش می دهد.

- مقادیر اندک g و g موثر از پنجره ها یک اثر بزرگ روی نیاز سرمایشی دارند. وسایل سایه زنی به طور خارجی قرار داده شده یک راه مناسب از کاهش نیاز سرمایش هستند.
- ذخیره های داخلی بیشتر از نوع نقشه باز در سرمایش های بالاتر و نیاز های گرمایش پایین تر نسبت به نوع سلولی نتیجه می شود.

- اثر دمای اندرونی مجموعه نقاط روی مصرف انرژی سرمایش و گرمایش زمانی که مساحت پنجره افزایش می یابد، کاهش می یابد. به عبارت دیگر، مساحت های پنجره های بزرگ تر اثر نور مجموعه نقاط روی مصرف انرژی برای نور را افزایش می دهد.

- زمانی که مساحت پنجره افزایش می یابد، اثر نوع نقشه (سلولی یا باز) روی مصرف انرژی برای گرمایش، سرمایش و نور را که برای توالی های توسط گستره وسیعتری از دماهای هوای مجاز بالاتر است (یعنی مجموعه نقاط ضعیف).

- پنجره های با عبور انرژی خورشیدی بالا اثر مجموعه نقاط روی نیاز گرمایی را افزایش می دهد، در حالی که نوع توسط عبور انرژی خورشیدی کم تر اثر مجموعه نقاط روی مطالبه سرمایش را افزایش می دهد.

ساختمان های اداری توسط نمای کاملاً براق شده احتمالاً برای داشتن یک مصرف انرژی بیشتر برای گرمایش و سرمایش نسبت به ساختمان های با نمای مرسوم می باشد (یعنی، ۳۰ درصد پنجره ها به مساحت خارجی مرسوم) زمانی که عبور گرمایی و عبور انرژی کلی خورشیدی (g و g موثر) کاهش یافته اند. استفاده از انواع پنجره های موجود تجاری برای

شبییه سازی، بیشترین راندمان انرژی توالی براق شده ۱۰۰ درصد را در تنها ۱۵ درصد مصرف انرژی بیشتر در مقایسه با ساختمان مرجع نتیجه می شود.

برای افزودن یک نمای دوم به ساختمان بسیار براق شده تک لایه می توان بعضی مشکلات را توسط نمای تک لایه از نور روزانه بررسی کرد.