ساختمان با مصرف انرژی کم

مطالعه پارامتری پنجره دو جداره

مهندس امین مویدفر مدیر واحد بازرگانی شرکت ایستاوین به همراه دکتر غزال ابراهیمی و دکتر دانیل اوگالدو دیلاوگا

چکیده

هدف از این مقاله بررسی رفتار یک خانه واقع در شهر مادرید است که با استراتژی‌های مختلف طراحی به‌منظور بهره‌وری انرژی در ساختمان تغییر یافته است. در ابتدا، در بخش اول مقاله اطلاعات عمومی در مورد تجزیه و تحلیل آب‌وهوایی این شهرستان آورده شده است و پس از آن یک معیار جریان انرژی ساختمان در نرم‌افزار انرژی به‌علاوه (Energy Plus Software) مدل‌سازی و شبیه سازی شده است. پس از آن، خانه با استفاده از پنجره‌های دوجداره اصلاح می‌شود به‌جای آنکه توسط یک پنجره تک جداره در یک شبیه‌سازی جداگانه اصلاح شود، آزمایش می‌شود و نتایج شرح داده و مقایسه می‌شوند. بر اساس تجزیه و تحلیل، استفاده از پنجره‌های دوجداره به‌طور قابل‌توجهی استراتژی موثری برای کنترل اتلاف انرژی برای آب‌وهوای مادرید است و به‌طور ویژه باعث کاهش قابل‌توجهی در بار گرمایشی می‌شود.

معرفی

افزایش قابل توجه تقاضای انرژی در جهان امروز باعث اعمال فشار قابل‌توجهی بر شناخت روش‌های مناسب و عملی به‌منظور صرفه‌جویی در انرژی شده است. در بخش ساخت‌وساز، تلاش‌های زیادی در جهت نوآوری اصول طراحی با هدف کاهش مصرف انرژی صورت گرفته است. اقدامات فعال و غیرفعال دو رویکرد متفاوت برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌ها می‌باشند. اقدامات غیرفعال شامل بررسی ویژگی‌های نوآوری شده برای ساخت‌وساز پاکت، اجرای جرم حرارتی به‌عنوان ذخیره‌سازی انرژی و استفاده از تهویه طبیعی با قصد افزایش بهره‌وری انرژی است. علاوه بر این، در رویکرد فعال، ساخت عملکرد سیستم بهینه تهویه مطبوع و استفاده از فن‌آوری‌های تجدیدپذیر در نظر گرفته شده است (Brychta و همکاران، ۲۰۱۰). اگرچه تجزیه و تحلیل مصرف انرژی به‌شدت برای پیدا کردن مناسب‌ترین استراتژی طراحی در هر آب‌وهوا بسیار مهم است، به دلیل نیاز به در نظر گرفتن تعاملات میان ساختمان‌ها، محیط اطراف و دستگاه‌های مکانیکی استفاده‌شده این کار بسیار پیچیده است (Fumo و همکاران، 2010). لازم به ذکر است که با توجه به تغییرات غیرقابل پیش‌بینی آب‌وهوا و امکان تغییر در الگوی استفاده از ساختمان و پارامترهای متعدد موجود، حتی دقیق‌ترین شبیه‌سازی ساختمان نمی‌تواند مشخصات دقیق مصرف انرژی را ارائه کند و همه آنها درصدی عدم قطعیت قابل‌قبول را دارا هستند (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از دقیق‌ترین برنامه‌ها برای تجزیه و تحلیل انرژی و شبیه‌سازی بار حرارتی انرژی ابزار شبیه‌سازی بار است که ترکیب بهبودیافته‌ای از BLAST و DOE-2 می‌باشد. این برنامه مدل‌سازی سرمایشی، گرمایشی، تهویه، روشنایی و بسیاری از انرژی‌های جریان یافته دیگر در ساختمان است (وزارت انرژی ایالات‌متحده، ۲۰۱۱). اگرچه «به‌علاوه انرژی» یک برنامه قدرتمند شبیه‌سازی انرژی است، ولی رابط گرافیکی کاربر (GUI) ندارد و وارد کردن داده‌ها به‌صورت دستی پیچیده است و ممکن است اشتباهاتی در روند شبیه‌سازی صورت بگیرد (الیس و همکاران، ۲۰۰۸). گوگل Sketch up و نرم‌افزار طراحی 3-D با داشتن توانایی تجسم‌سازی پیچیده نقش مهمی در ساده‌سازی فرایند وارد کردن داده‌ها در «به‌علاوه انرژی» با پلاگین طراحی انرژی خود را بازی می‌کنند. با استفاده از این قابلیت نرم‌افزار، کاربر می‌تواند در ابتدا شکل هندسی را در گوگل Sketch up ایجاد کند و ساختمان را با پنجره‌های مورد نیازش، درها، دستگاه‌های سایه و همچنین اضافه کردن مناطق مورد نیاز اصلاح کند و سپس وارد کردن فایل در ویرایشگر IDF و اضافه کردن اطلاعات دیگری که به طرز محسوسی در مقایسه با وارد کردن تمام داده‌ها به‌صورت دستی در انرژی به‌علاوه ساده‌تر هستند (الیس و همکاران، ۲۰۰۸).

در این مقاله، ابتدا آب‌وهوای مادرید، اسپانیا تجزیه و تحلیل شد و اصول طراحی مناسب به‌طورکلی توضیح داده شده است. سپس، یک مدل ساده از یک خانه که به‌عنوان یک معیار انتخاب شده است برای به دست آوردن اطلاعات کافی در مورد تعامل میان ساختمان نمونه و محیط اطراف بررسی شده است. پس از آن پنجره دوجداره ساختمان معیار اصلاح شد با هدف مقایسه جریان انرژی در مدل اولیه با یک مدل اصلاح شده و شناسایی اثر تغییرات اضافه شده. ازاین‌رو، نخست هندسه معیار در طرح گوگل مدل‌سازی شد و در هر کار، تغییرات ضروری اضافه شد.

با توجه به فایل اطلاعات آب‌وهوا، مهم است که متذکر شویم که برای اجرای شبیه‌سازی در «انرژی به‌علاوه» و همچنین تجزیه و تحلیل آب‌وهوای مادرید، تصمیم گرفته شده است که از فایل اطلاعات آب‌وهوای گرفته شده از وب‌سایت «انرژی به‌علاوه» که به‌عنوان یک

ساکان
فروش مستقیم مواد اولیه
فروش ایمپکت مدیفایر
فروش تیتان، استابیلایزر

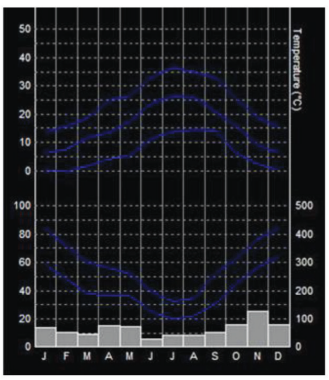
+۹۸۹۱۲۴۳۵۱۸۵۹
+۹۸۹۳۵۶۰۰۹۱۵۵
+۹۸۲۱-۸۸۲۷۹۵۸۷
+۹۰۵۳۴۶۶۱۳۷۷۰
ساکان

منبع قابل اعتماد از اطلاعات شناخته شده است استفاده شود.

مرحله اول: تجزیه و تحلیل آب‌وهوا

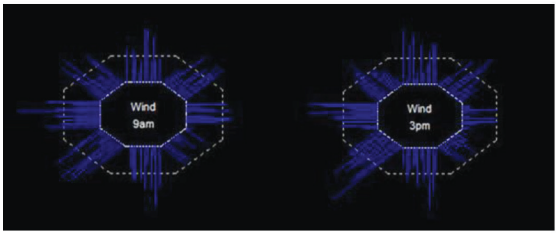
با توجه به فایل اطلاعات آب‌وهوا گرفته شـده از وب‌سـایت «انـرژی به‌علاوه»، عرض جغرافیایی مادرید ۴۰.۴۵ درجه و طول جغرافیایی آن ۳.۵۵- درجه اسـت. علاوه بر این، این شهرسـتان ۵۸۲ متر از سطح دریا بالاتر است و منطقه زمانی استاندارد آن یک ساعت جلوتر از زمان گرینویچ می‌باشد.

در مـورد تغییرات درجه حرارت می‌توان گفت که تنوع فصلی قابل‌توجه‌ای در مادرید وجود دارد و این رقم می‌تواند حدود ۴۰ درجه سـانتی‌گراد در تابستان می‌باشد و در فصل زمستان ۴- درجه سانتی‌گراد را تجربه می‌کنند(شکل ۱). علاوه بر این تغییرات روزانه حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز برای این شهرستان گزارش شده است. به‌طورکلی، می‌توان گفت که در طول تابسـتان که درجه حرارت بالاتر است، رطوبت نسبی پایین‌تر است. به‌عنوان‌مثال، جولای با بالاترین درجه حرارت متوسط حداقل دما و دسامبر با پایین‌ترین درجه حرارت حداکثر رطوبت را داراست (۵۰ ٪ و ۹۰٪ بود).



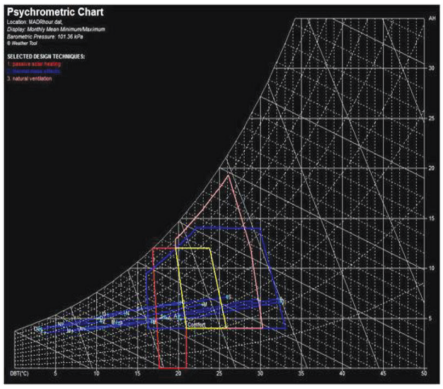
شکل ۱: دمای ماهیانه و منبع – رطوبت مادرید: از Ecotect، ابزار آب‌وهوا

بـا توجـه به باد غالب، می‌تـوان گفت که جهت جنـوب –غرب و پـس از آن با اندکی تفاوت غرب و شـمال، دارای قوی‌ترین بادها می‌باشـند. علاوه بر این، هیچ تغییرات فصلی قابل‌توجهی وجود ندارد و همچنین تفاوتی بین باد صبح و بعدازظهر در این شهرسـتان وجود ندارد (شکل ۲).



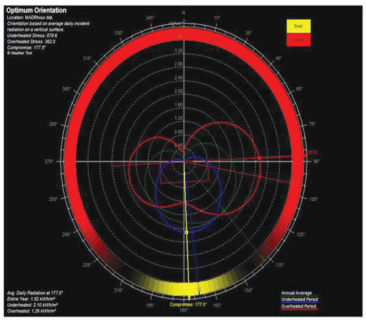
شکل ۲: منبع– باد غالب مادرید: از Ecotect، ابزار آب‌وهوا

با توجه به جدول سـایکرومتری ارائه شـده (شـکل ۳)، منطقه راحتی در مادرید بین ۲۱ درجه سـانتی‌گراد و ۲۶ درجه سانتی‌گراد اسـت، علاوه بر این، گرمایش خورشیدی منفعل می‌تواند نقش مهمی از ۱۷.۵ درجه سـانتی‌گراد به ۲۱ درجه سانتی‌گراد داشته باشد و تهویه طبیعی تاثیر قابل‌توجهی برای محدوده دمای ۲۱ درجه سـانتی‌گراد تا ۳۰ درجه سـانتی‌گراد دارد. علاوه بر این، در تصویر تاثیر استفاده از جرم حرارتی که می‌تواند درجه حرارت بین ۱۶ درجه سانتی‌گراد و ۳۳ درجه سانتی‌گراد را در این شهرستان پوشش دهد ترسیم شده است.



شکل ۳: نمودار سایکرومتری منابع مادرید: از Ecotect، ابزار آب‌وهوا

به‌منظور دریافت حداکثر تابش خورشـیدی در فصل زمستان که حرارت مورد نیاز است و در تابسـتان نیاز نیست، جهت بهینه برای ساخت‌وساز در مادرید ۱۷۷.۵ درجه از سمت شمال است (شکل ۴). بر اساس تمامی تجزیه و تحلیل آب و هوایی، استراتژی‌های زیر را می‌توان برای طراحی خانه در این شهرسـتان در نظر گرفت: اصول طراحی گرم ماندن مانند استفاده از جـرم حرارتی به‌منظور حفظ گرمـا و همچنین طراحی حجم‌های فشـرده که به معنای داشتن سطوح کمتری برای ساختمان با هدف کاهش پراکندگی حرارت در زمستان می‌باشند، راه‌حل‌های مناسبی هستند.



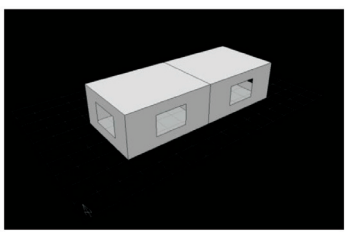
شکل ۴: جهت‌گیری منابع بهینه مادرید: از Ecotect، ابزار آب‌وهوا

مرحله دوم: شبیه‌سازی انرژی ساختمان

در ایـن بخش، نتایج حاصـل از انرژی به‌علاوه برای سـاختمان معیار انتخاب شـده و نسخه‌های اصلاح شده نشان داده می‌شوند.

ساختمان معیار

همان‌طور که در شـکل ۵ نشان داده شده، یک ساختمان ساده با دو منطقه حرارتی (زون غرب و منطقه شـرق) با اتاق‌هایی با ابعاد ۴ در ۵ متر در طرح و یک طبقه به ارتفاع سـقف ۳ متر، پنجره‌ها با ارتفاع ۱.۲ متر و عرض ۲.۴ متر (بدون پنجره در نمای شـمالی) به‌عنوان ساختمان معیار انتخاب شده است.



تصویر ۵: نمای ساختمان معیار از سمت جنوب غربی

ساکان
تامین و فروش مستقیم انواع ماشین نو و کارکرده
صنعت پلاستیک نمایندگی رسمی قالب سازی از ترکیه
میران پلیمر کیمیا گستر
www.drupvc.com
ساکان

جدول ۱ ویژگی‌های ساختمان معیار را نشان می‌دهد و فضای داخلی و دستاوردها در جدول ۲ نمایش داده شده است.

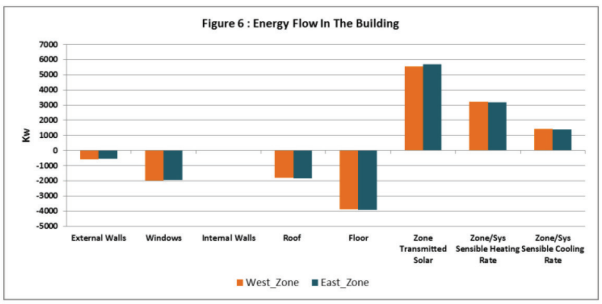
جدول ۱: خصوصیات ساختمان معیار

مشخصات مواد	عناصر ساختمان
تا ۱۵۰mm جامد بتن ضخامت سقف ۲mm (رنگ سیاه و سفید)	پشتبام
آجرکاری ۱۰۵mm حفره هوا ۵۰mm آجرکاری ۱۰۵	دیوارها
۲۰۰mm بتن جامد پشتیبانی شده از روی زمین	کف
پنجره تک جداره، ۶mm فلوت شیشه	پنجره‌ها
ثابت در ۱ ach (این نشان‌دهنده ترکیبی از تهویه و نفوذ است)	تهویه هوا

جدول ۲: فضای داخلی و دستاوردها

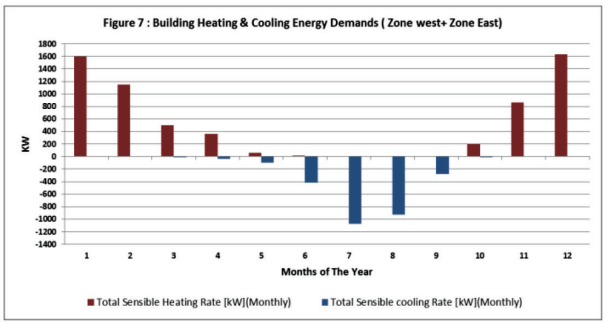
پیدایش / برنامه	دستاوردها
یک ساکن در هر منطقه، ۲۴ ساعته حاضر می‌باشد	ساکنان
چراغ‌ها از ۶ عصر تا ۶ صبح هرروز روشن می‌باشند	نورپردازی (یک نورپردازی کلی از ۵۰ وات در هر منطقه را در نظر بگیرید)

شکل ۶ جریان انرژی برای عناصر مختلف ساختمان در دو منطقه متفاوت را به تصویر می‌کشد. بر اساس نمودار، مناطق غرب و شرق نقش مشابه‌ای در به دست آوردن یا اتلاف انرژی به دلیل مصالح ساختمانی مشابه دارند. همان‌طور که نشان داده شده است، دیوارهای خارجی، پنجره‌ها، سقف و کف هال مقدار قابل‌توجهی از انرژی را از دست می‌دهند و دیوار داخلی در هر دو منطقه انرژی ناچیزی به دست می‌آورد. علاوه بر این، می‌توان فهمید که آن طبقه دارای بیشترین اتلاف انرژی (۳۸۷۵ Kw) نسبت به بقیه است. پس از آن، بیشترین مقدار از دست رفتن انرژی به پنجره‌ها و سقف تعلق دارد (به ترتیب ۱۹۶۹ کیلووات و ۱۸۱۰ کیلووات). علاوه بر این، دیوارهای خارجی انتقال انرژی به خارج را دارند که با کوچک‌ترین نمودار نشان داده شده است (۵۷۰ کیلووات). با توجه به دستاوردهای خورشیدی، می‌توان گفت که منطقه شرق کمی بیشتر از مناطق دیگر دریافت می‌کند. علاوه بر این، اثر گرمایشی محسوس در هر دو منطقه از هوا در مناطق معرفی شده از سیستم‌های تهویه مطبوع بیش از اثر خنک‌کننده است.



شکل ۶ جریان انرژی معیار

شکل ۷ مصرف ماهیانه انرژی گرمایشی و سرمایشی ساختمان معیار را نشان می‌دهد. به‌طورکلی، از اکتبر تا آوریل انرژی برای گرمایش مورد نیاز است و از ماه می تا سپتامبر خنک‌کننده برای ساختمان مورد نیاز است. علاوه بر این، از ماه اول سال تا ماه ۵ تقاضای مصرف انرژی حرارتی به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد و پس از آن به مدت چهار ماه تقریبا ثابت می‌ماند و دوباره از سپتامبر به طرز محسوسی بالا می‌رود و به اوج خود، ۱۶۳۰.۴۹ کیلووات در دسامبر می‌رسد. از سوی دیگر، در دوره اکتبر تا مارس تقریبا هیچ نیازی به خنک‌کننده در مادرید وجود ندارد. بااین‌حال، از آوریل تا سپتامبر تقاضای انرژی برای خنک‌سازی ساختمان می‌باشد و این تقاضا حداکثر تعداد ۱۰۷۵.۷۲ کیلووات در ماه جولای است که گرم‌ترین ماه سال در این شهرستان است.

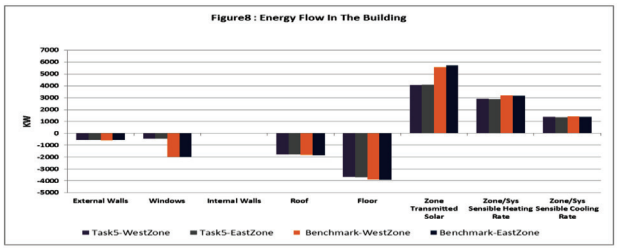


شکل ۷: تقاضای انرژی حرارتی و سرمایشی معیار

ساختمان اصلاح شده

در این بخش، پنجره‌های دوجداره جایگزین پنجره تک جداره از ساختمان معیار می‌شود. هدف از این کار درک اهمیت پنجره‌های دوجداره و میزان انرژی مورد نیاز برای سرمایش و گرمایش ساختمان بعد از تغییر پنجره تک جداره با دوجداره‌هایی است که دارای یک شکاف هوا بین دو لایه از شیشه است.

شکل ۸ جریان انرژی‌ای که از عناصر ساختمان عبور می‌کند، مقدار انرژی خورشیدی و همچنین میزان گرمایش و سرمایش انتقال‌یافته را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، پنجره‌های دوجداره، اثر قابل‌توجهی در اتلاف انرژی از طریق پنجره‌ها دارند و همچنین در منطقه انتقال‌یافته خورشیدی است که در مقایسه با معیار مقدارش کاهش یافته است (از ۵۵۶۶.۲۳ کیلووات به ۴۰۸۶.۶۴ برای منطقه غرب و از ۵۷۱۱.۶۲ تا ۴۱۱۹.۵۶ برای منطقه شرق). با توجه به کاهش اتلاف حرارت از ۱۹۶۹.۳۷ کیلووات تا ۴۵۱.۳۲ کیلووات برای منطقه غرب و ۱۹۶۴.۳۶ کیلووات به ۴۴۳.۱۵۷ کیلووات برای پنجره‌های منطقه شرق می‌توان گفت که پنجره‌های دوجداره که از دو پانل شیشه‌ای که توسط یک شکافی که با هوا یا گاز غیر سمی (در این مورد، شکاف هوا) پر شده است از هم جدا شده‌اند به‌عنوان یک عایق موثر که باعث کاهش از دست دادن انرژی می‌شود کار می‌کنند.

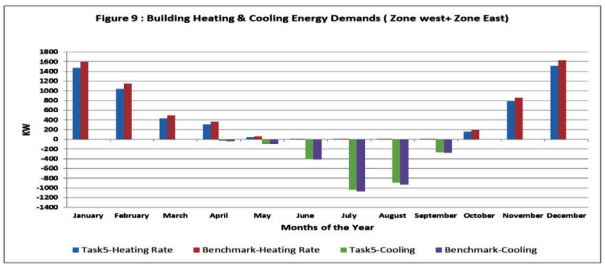


شکل ۸: جریان انرژی ساختمان اصلاح شده

نمودار زیر (شکل ۹) تقاضای انرژی برای ایجاد دمای آسایش در داخل ساختمان توسط

ساکان
فروش مستقیم مواد اولیه
فروش ایمپکت مدیفایر
فروش تیتان، استابیلایزر
میران پلیمر کیمیا گستر
+۹۸۹۱۲۴۳۵۱۸۵۹
+۹۸۹۳۵۶۰۰۹۱۵۵
+۹۸۲۱-۸۸۲۷۹۵۸۷
+۹۰۵۳۴۶۶۱۳۷۷۰
ساکان

حرارت دادن و یا خنک کردن در ماه‌های مختلف سال را نشان می‌دهد.



شکل ۹: تقاضای انرژی گرمایش و سرمایشی ساختمان اصلاح شده

همان‌طور که نشان داده شده است، پنجره‌های دوجداره نقش موثری در کاهش میزان انـــرژی مورد نیاز دارند. به‌عنوان مثال، در ماه ژانویه، معیار به انرژی ۱۵۹۸.۵۲ کیلووات برای گرمایش نیاز دارد درحالی‌که ساختمان با پنجره‌های دوجداره ۱۴۷۴ کیلووات نیاز دارد؛ و همچنین در ماه ژانویه، توسط پنجره تک جداره، ۱۰۷۵.۷۲ کیلووات برای خنک کردن خانه مورد نیاز اســت، درحالی‌که پنجره بــا دو جدار ۱۰۳۹ کیلووات انرژی برای این منظور نیاز دارند.

نتایج

جدول ۳ و ۴ مقایســه بار ســالانه ســرمایش و گرمایش را در ســاختمان معیار و ساختمان تغییریافته نشــان می‌دهند. جدول ۳ نشان می‌دهد که بار سرمایش سالانه معیار به‌عنوان ۲۸۳۵.۱ کیلووات گزارش شده است درحالی‌که برای ساختمان اصلاح شــده این رقم به ۲۷۴۳.۶ کیووات کاهش یافته اســت. علاوه بر این، به ترتیب، بار حرارتی ۶۴۴۸.۲ کیلووات و ۵۸۶۰.۷ کیلووات برای ســاختمان‌های معیار و ساختمان شبیه‌سازی شده است.

جدول ۳: مقایسه بار سرمایشی سالانه

مقایسه بار سرمایشی سالانه	
بار سرمایشی سالانه ساختمان معیار	2,835.16 kw
بار سرمایشی سالانه ساختمان اصلاح شده	2,743.061 kw

جدول ۴: مقایسه بار حرارتی سالانه

مقایسه بار حرارتی سالانه	
بار حرارتی سالانه ساختمان معیار	6,448.267 kw
بار حرارتی سالانه ساختمان اصلاح شده	5,860.791 kw

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج شبیه‌ســازی ارائه‌شــده، می‌توان نتیجه گرفت که اســتفاده از پنجره‌های دوجداره به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای استراتژی موثری برای کاهش بار انرژی و افزایش بهره‌وری انرژی ساختمان در آب و هوای مادرید به‌خصوص در طول ماه‌های سرد سال است.

مراجع

BOURNS, N., et. al. (2006),Cook Islands Field Researh Journal, University of Melbourne UNESCO Observatory, .Melbourne

BOYLE, G. (2004), Renewable Energy, Power for a Sustain-.able Future, Oxford University Press, U.K

BUBOIS, M.C. (1997), Solar Shading and Building Energy Use, A Literature Review, Part 1, Lund University, Lund .Institute of Technology, Lund

.CIBSE (2006), CIBSE Guide A: Environmental Design, U.K

Fumo, N., Mago, P., & Luck, R. (2010), Methodology to estimate building energy consumption using EnergyPlus .Benchmark Models, Elsevier, 23 July

GREGORY, K., MOGHTADERI, B., SUGO, H., PAGE, A. (2007) Effect of Thermal Mass on the thermal performance of various Australian residential construction systems, Elsevier, 2 April

US Department of Energy (2011), Getting Started with .Energy Plus, U.S.A

Yesos Ibericos, S.A. del Grupo Uralita (2008), Guia de Insta-.lacion Pladur, Yesos Ibericos, S.A. del Grupo Uralita, Madrid

ساکان
تامین و فروش مستقیم انواع ماشین نو و کارکرده
صنعت پلاستیک نمایندگی رسمی قالب سازی از ترکیه
میران پلیمر کیمیا گستر
www.drupvc.com
ساکان