

## بهسازان ۸۲ : نرم افزار جامع بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمانهای مسکونی

آلبرت کوچاریان ، مختار بیدی ، فتح اله منصوری ، محمد علیپور  
پژوهشگاه نیرو، پژوهشکده انرژی و محیط زیست، گروه انرژی و مدیریت مصرف  
[akocharian@hotmail.com](mailto:akocharian@hotmail.com)

واژه های کلیدی: بهینه سازی مصرف انرژی، شبیه سازی انرژی در ساختمان، نرم افزار تحلیل انرژی، سیستم های گرمایش و سرمایش، سیستم روشنایی، فرصت های صرفه جویی انرژی

### چکیده

سهم قابل توجه و روند رو به رشد مصرف انرژی در بخش مسکونی از کل مصرف نهایی انرژی کشور، و همچنین نقش عمده مصرف سیستم های گرمایش و سرمایش و روشنایی، استفاده از روش های مؤثر و تجربه شده صرفه جویی در مصرف انرژی ساختمان را اجتناب ناپذیر می کند. یکی از روش های بهینه سازی مصرف انرژی و ابزارهای ضروری برای مطالعه مصرف انرژی در ساختمانها، برنامه های کاربردی هستند که تحت عنوان نرم افزار شبیه سازی انرژی یا تحلیل انرژی ساختمان استفاده می شوند.

در این مقاله بخشی از نتایج پروژه تحقیقاتی «طراحی و تهیه نرم افزار صرفه جویی انرژی در ساختمانهای مسکونی ساخته شده و ساخته نشده در کلیه نقاط کشور» که بصورت یک بسته نرم افزاری تحت عنوان « بهسازان ۸۲ » تهیه و عرضه گردید، ارائه شده است. ابتدا اهمیت و لزوم تهیه چنین نرم افزارهایی و سپس مشخصات و قابلیت های نرم افزار تهیه شده تشریح می شود. نتایج آزمایش و ارزیابی نرم افزار در ادامه مقاله ذکر می گردد و در خاتمه نتیجه گیری ارائه می شود.

### ۱ مقدمه

رشد روزافزون مصرف نهایی انرژی از یک سو و اهمیت حفظ و بهره برداری بهینه از منابع فسیلی از سوی دیگر، توجه برنامه ریزان انرژی را به سمت مباحث و روش های نوین مدیریت مصرف انرژی و صرفه جویی در انرژی سوق می دهد. امروزه بدلائل (۱) محدودیت منابع انرژی، (۲) مشکلات ناشی از آلودگی محیط زیست، و (۳) امنیت تأمین انرژی، استفاده بهینه از انرژی یکی از اساسی ترین مسائلی می باشد که چه کشورهای مصرف کننده انرژی و چه کشورهای عرضه کننده انرژی با آن درگیر هستند.

در ایران ساختمانها یکی از عمده ترین بخش های مصرف کننده انرژی می باشند بگونه ای که بیش از ۴۰ درصد از کل مصرف نهایی انرژی و ۵۰ درصد ( برابر ۵۴۵۶۸ میلیون کیلووات ساعت) از مصرف نهایی برق کشور در بخش خانگی و تجاری مصرف می شود [۱]. لذا ضرورت ارائه پیشنهادهایی جهت صرفه جویی و بهینه سازی مصرف انرژی، برای طراحان و مالکان ساختمان سودمند و با اهمیت بوده و می تواند

باشد. حتی هزینه سالانه مصرف انرژی نیز معیار مناسبی نیست. بلکه بایستی معیار بهینه‌سازی بگونه‌ای تعریف شود که بسیاری از پارامترهای مهم اقتصادی را شامل شود. بعنوان مثال نرخ تورم، نرخ بهره، قیمت حاملهای انرژی و آب، قیمت اسمی سیستمها، هزینه حمل و نقل و نصب، طول عمر مفید سیستمها، هزینه بهره برداری و مصرف سوخت، هزینه تعمیر و نگهداری و ارزش اسقاطی آنها، همگی بایستی در تعیین سیستم بهینه مورد توجه قرار گیرند. تعیین معیار بهینه‌سازی به دیدگاه ارزیابی اقتصادی نیز بستگی دارد. بطور کلی سه دیدگاه رایج برای ارزیابی اقتصادی در نظر گرفته شده است:

- دیدگاه مصرف‌کننده انرژی
- دیدگاه تولید کننده انرژی
- دیدگاه ملی.

برای دستیابی به معیار بهینه‌سازی، هزینه چرخه عمر سالانه‌شده (Annualized Life-Cycle Cost) یا ALCC از دیدگاه‌های فوق محاسبه و سیستمی که دارای کمترین هزینه چرخه عمر سالانه‌شده باشد، بعنوان سیستم بهینه انتخاب می‌شود [۶]. در شکل ۲ الگوریتم تعیین سیستم بهینه گرمایش و سرمایش و در شکل ۳ فرم انتخاب تجهیزات گرمایش و سرمایش بهینه نشان داده شده است.

### ۳ استاندارد مصرف انرژی و مقررات ملی ساختمان

یکی از مهمترین راهکارهای کاهش مصرف انرژی الکتریکی که در چند سال اخیر مورد توجه بسیاری از کشورها قرار گرفته است، تدوین استاندارد مصرف انرژی در ساختمان با توجه به طرح معماری و مشخصات مواد و مصالح بکار رفته در ساختمان می‌باشد.

مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران، شامل مباحثی است که کیفیت طرح معماری ساختمان را از نظر پتانسیل صرفه‌جویی انرژی مورد ارزیابی قرار می‌دهد [۷].

موجب صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای (حدود ۲۵ تا ۴۵ درصد) در مصرف انرژی گردد.

به منظور تهیه نرم‌افزاری برای بهینه‌سازی مصرف انواع حامل‌های انرژی در ساختمان با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی مناطق مختلف ایران و متناسب با مواد و مصالح و تجهیزات موجود در کشور، پروژه تحقیقاتی «طراحی و تهیه نرم‌افزار صرفه‌جویی انرژی در ساختمانهای مسکونی ساخته‌شده و ساخته‌نشده در کلیه نقاط کشور (نرم‌افزار بهسازان)» با هدف تکمیل فعالیتهای قبلی از اوایل سال ۱۳۸۰ آغاز شد و در اواخر سال ۱۳۸۲ به اتمام رسید [۲ و ۳].

هدف از اجرای این پروژه، تهیه ابزاری است برای بررسی و بهینه‌سازی مصرف انرژی و تحلیل صرفه‌جویی انرژی در ساختمانهای مسکونی ساخته‌شده و ساخته‌نشده در شهرهای گوناگون با توجه به مشخصات ساختمان، شرایط اقلیمی محل، عملکرد تجهیزات و نتایج تحلیل اقتصادی، که بر اساس انتخاب بهترین طرح معماری، مناسب‌ترین مصالح ساختمانی، کم‌مصرف‌ترین سیستمهای گرمایش و سرمایش و روشنایی و اقتصادی‌ترین فرصتهای صرفه‌جویی انرژی، می‌تواند مقدار و هزینه مصرف انرژی در ساختمان را طی دوران بهره برداری حداقل نماید (شکل ۱).

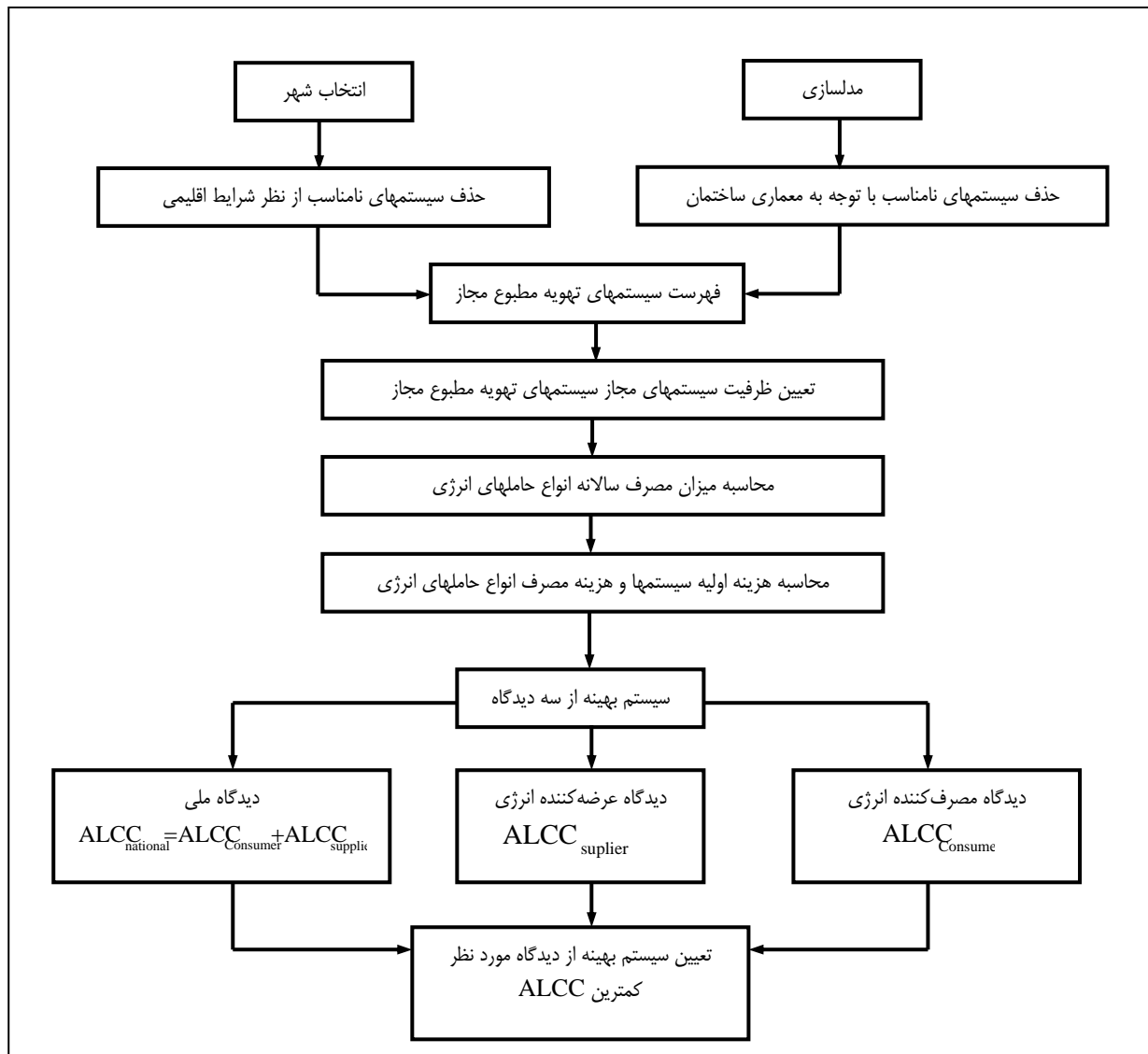
شایان ذکر است که هم اکنون در کشورهای مختلف، شتاب قابل توجهی برای تهیه و عرضه ابزارهای تحلیل انرژی در ساختمان (Building Energy Analysis Tools) و از جمله نرم‌افزارهای کاربردی گوناگون وجود دارد، بگونه‌ای که بطور میانگین هر هفته نرم‌افزاری جدید یا ویرایش جدیدی برای نرم‌افزارهای موجود که بالغ بر ۲۵۰ عنوان می‌شوند، تولید و عرضه می‌گردند [۴ و ۵].

### ۲ بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمانها

مفهوم بهینه‌سازی (optimization) در نرم‌افزار بهسازان به معنی تعیین معیاری است که بر طبق آن سیستم گرمایشی و سرمایشی بهینه ساختمان انتخاب شود. باید توجه داشت که هزینه اولیه سیستمها نمی‌تواند معیار انتخاب سیستم بهینه



شکل ۱: بسته نرم‌افزاری بهسازان ۸۲



شکل ۲: الگوریتم تعیین سیستم بهینه گرمایش و سرمایش در نرم‌افزار

تحقیقاتی و آموزشی تهیه شده است. مخاطبین آن مهندسين، طراح و مجريان ساختمان، معماران، پژوهشگران، دانشجویان، مالکین ساختمان و عموم می باشند. نرم‌افزار در محیط ویندوز ۹۸ و با استفاده از فارسی‌ساز پارسا ۹۹ تهیه شده و پیاده‌سازی آن توسط MS Visual Basic 6.0 صورت گرفته است.

نرم‌افزار دارای ۱۴ زیرسیستم (ماجول) محاسباتی، ۳۰ فرم ورود اطلاعات، و ۲۱ گزارش خروجی است. در شکل‌های ۴ و ۵ فرم‌های ورود اطلاعات اتاق و مشخصات پنجره در بخش مدل‌سازی نرم‌افزار بهسازان نمایش داده شده است.

در این نرم‌افزار می‌توان اطلاعات وارد شده توسط کاربر را در فایلی با پسوند beh. در مسیر دلخواه ذخیره کرد. لازم به ذکر است که گزارشها را نیز می‌توان بصورت فایل Excel ذخیره کرد و برای مشاهده نتایج و گزارشهای قبلی نیازی به اجرای مجدد نرم‌افزار نیست.

در هنگام ورود اطلاعات یا در هنگام اجرای نرم‌افزار، اگر خطا (Error) یا اتفاقی ناخواسته پیش آید، نرم‌افزار با دادن پیغامی مناسب کاربر را راهنمایی کرده و او را در اتخاذ تصمیم یاری می‌نماید.

## ۵ قابلیت‌های نرم‌افزار بهسازان ۸۲

مهمترین قابلیت‌های نرم‌افزار بهسازان ۸۲ عبارتند از:

- مدل‌سازی معماری ساختمان تا ۵۰ طبقه
- در نظر گرفتن جهت و موقعیت ساختمان [۹]
- تعریف و تغییر تیپ‌های اجزاء ساختمان
- انجام محاسبات بارهای گرمایشی و سرمایشی بر اساس آخرین روشهای مذکور در ASHRAE Handbook و مراجع معتبر [۱۰ و ۱۱]
- رابط گرافیکی کاربر استاندارد فارسی
- انجام محاسبات آب گرم و سرد مصرفی
- انجام محاسبات روشنایی [۱۲]
- محاسبه مصرف انرژی کل ساختمان به تفکیک حامل‌های انرژی (برق، گاز طبیعی، گازوئیل و نفت)
- تعیین سیستم گرمایش و سرمایش بهینه از میان ۵۰ سیستم موجود در نرم‌افزار

یکی از بخش‌های نرم‌افزار بهسازان، زیرسیستم (ماجول) محاسبات مقررات ملی ساختمان است که می‌تواند براساس جداول مقادیر مرجع برای شهرهای مختلف و نیز محاسبات مذکور در مقررات ملی برای تعیین مقادیر طرح ساختمان، انطباق یا عدم انطباق طرح ساختمان مورد مطالعه را از نظر مقررات ملی تعیین نماید. از آنجا که تمامی جداره‌های پوسته خارجی ساختمان (دیوارها، بام، کف، پنجره‌ها، درها و پارتیشن‌ها) در بخش مدل‌سازی نرم‌افزار تعریف می‌شوند، لذا اجرای محاسبات مقررات ملی با پرسش در مورد ساختمانهای مجاور (فاصله و ارتفاع آنها) و برقی/غیربرقی بودن تجهیزات گرمایش و سرمایش امکان‌پذیر می‌شود.

در مورد ساختمانهای ساخته نشده (جدید)، با توجه به شهر و مساحت زیربنای ساختمان، پتانسیل صرفه‌جویی انرژی در ساختمان برآورد می‌شود و حداقل ضرایب انتقال حرارت مورد نیاز برای جداره‌های خارجی ساختمان ارائه می‌شود، تا طراحان ساختمان از مصالحی استفاده کنند که بیشترین صرفه‌جویی انرژی در ساختمان را به همراه داشته باشد. در ساختمانهای ساخته‌شده (قدیمی) نیز ضرایب انتقال حرارت مجاز برای جداره‌های مختلف محاسبه می‌شود و با ضرایب انتقال حرارت جداره‌های ساختمان موجود مقایسه می‌شود تا جداره‌های نامناسب شناسایی شده و وضعیت کلی ساختمان نیز از لحاظ مصرف انرژی مشخص شود. در گزارش زیرسیستم مقررات ملی ساختمان بجز نتیجه نهایی محاسبات که ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان می‌باشد، مقادیر ضریب انتقال حرارت تمامی جداره‌های ساختمان جهت مقایسه با مقادیر مرجع نیز نمایش داده می‌شود. این امر می‌تواند به طراحان کمک کند تا در صورت تجاوز ضریب انتقال حرارت هر یک از جداره‌های ساختمان از حدود مرجع، در طراحی آن جداره‌ها در بخش مدل‌سازی بازنگری نمایند و با تغییر مشخصات آن جداره یا جداره‌ها، تا حصول نتیجه قابل قبول اصلاحات را ادامه دهند [۸].

## ۴ مشخصات و ساختار نرم‌افزار بهسازان

نرم‌افزار کاربردی بهسازان ۸۲ با رویکرد ابزار طراحی (design tool) برای کاربردهای طراحی، مهندسی،

## ۷ الگوریتمها و زیرسیستمهای محاسباتی

با توجه به نیازهای کاربران و کاربردهای پیش بینی شده، زیرسیستمهای (ماجول) جداگانه به شرح زیر برای نرم افزار طراحی و پیاده سازی شد:

- زیرسیستم ورود مشخصات عمومی ساختمان در زمان اجرای برنامه، شامل انتخاب شهر، محل قرارگیری ساختمان و سایر موارد؛
- زیرسیستم انتخاب محل ساختمان و اطلاعات اولیه ساختمان (تعداد طبقات، تعداد واحدها، میانگین زیربنا و ... ) که تحت نام فرم Mainfrm پیاده سازی گردید.
- زیرسیستم ایجاد طرح معماری کلی ساختمان بصورت سلسله مراتبی متشکل از اشیاء (Objects) از پیش تعریف شده؛
- زیرسیستم ورود اطلاعات مشخصات معماری ساختمان شامل تعریف تیپ اشیاء مختلف (در، پنجره، دیوار، سقف، بام (معمولی و کامپوزیتی)، کف و سایر اجزای ساختمان) و استفاده از آنها در ایجاد مدل کلی ساختمان؛
- زیرسیستم محاسبات مقررات ملی ساختمان (مبحث نوزدهم - صرفه جویی در مصرف انرژی) برای تعیین انطباق یا عدم انطباق طرح ساختمان مورد مطالعه با استانداردهای مذکور در مقررات ملی بر اساس جداول مقادیر مرجع برای شهرهای مختلف (شکل ۶)؛
- زیرسیستم محاسبه بارهای هواشناسی شامل دمای طرح خشک تابستان، دمای طرح تر تابستان، محتوی رطوبت و پارامترهای دیگر که در محاسبه بارهای ساعتی و بار ماکزیمم مورد استفاده واقع می شود؛
- زیرسیستم محاسبه بارهای ساعتی به روش نیمه استاتیکی با استفاده از ضرایب انباشت حرارتی؛
- زیرسیستم محاسبه بارهای ساعتی که شامل مجموع بارهای سقف، کف، بام، دیوارها، پنجره ها، درها و پارتیشن های اتاق بوده و محاسبه ماکزیمم بار ساعتی با استفاده از بارهای ساعتی (شکل ۷)؛

- نمایش و مقایسه نتایج محاسبات
- چاپ گزارشهای در قالب جداول و نمودارها
- تحلیل و مقایسه طرح اولیه (basecase) ساختمان با طرحهای جدید
- ذخیره و بازیابی اطلاعات طرحهای قبلی
- محاسبه هزینه های انرژی ساختمان بر اساس ضرایب صورت حساب برق و گاز سال ۸۲
- ارزیابی اقتصادی فرصتهای صرفه جویی انرژی [۱۳]
- تغییر قیمت مصالح، تجهیزات و حاملهای انرژی موجود در بانک اطلاعاتی

## ۶ بانک اطلاعاتی

اطلاعات ورودی نرم افزار به دو قسمت تقسیم می شوند:

- اطلاعاتی که در حین اجرای برنامه توسط کاربر و از طریق فرمها وارد می شوند،
  - اطلاعات موجود در بانک اطلاعاتی که به هنگام اجرای برنامه بازیابی می شوند.
- در بانک اطلاعاتی نرم افزار بهسازان که مشتمل بر ۲۰ جدول است، اطلاعات مربوط به داده های آب و هوایی ۷۴ شهر اصلی، جدول تعیین ۷۰ شهر معادل، مشخصات مصالح ساختمانی کف، سقف، بام، در، پنجره، پارتیشن، دیوارهای معمولی، دیوارهای کامپوزیتی، عایقه حرارتی، لامپهای روشنایی، چراغها، اثر تابش خورشیدی پنجره و دیوار و سقف، تصحیح ساعتی دمای خشک و تر، تصحیح ماهانه دمای خشک و تر، جدول ضرایب انباشت حرارتی در شیشه ها و لامپها، ضرایب محاسبات بار، مشخصات فنی سیستمهای تهویه مطبوع و امکان بکارگیری آنها در شهرها و شرایط مختلف معماری ساختمان، موجود می باشد [۱۴].
- پایگاه داده ها نرم افزار توسط MS Access 97 طراحی شده است. فایل بانک اطلاعاتی نرم افزار (mdb) بطور کامل مستقل از فایل اجرایی برنامه (exe) طراحی شده است، تا امکان انتخاب داده های جدید و بانک اطلاعاتی روزآمد میسر شود. همچنین در فهرست (منوی) نرم افزار امکان تغییر و اصلاح مقادیر جداول بانک اطلاعاتی گنجانده شده است.

## ۹ نتیجه‌گیری

با توجه به مصرف بالای انرژی در بخش خانگی و تجاری، خصوصاً مصرف برق در زمانهای اوج مصرف روزانه (ساعات اولیه شب) و سالانه (تابستانها)، و همچنین اجباری شدن اجرای مبحث ۱۹ مقررات ملی برای ساختمانهای بالای ۶۰۰ متر مربع در سال جاری، می‌توان انتظار داشت با بکارگیری نرم‌افزار بهسازان یا مشابه آن در مراحل طراحی ساختمانهای جدید یا اجرای فرصتهای صرفه‌جویی انرژی برای ساختمانهای قدیمی، به میزان قابل توجهی در مصرف انرژی سیستمهای گرمایش و سرمایش، روشنایی و آب گرم مصرفی صرفه‌جویی شود. گسترش نرم‌افزارهای تحلیل انرژی در ساختمانها اثرات مستقیم زیر را به دنبال خواهد داشت:

- صرفه‌جویی در مصرف انرژی (برق و گاز) ساختمانها
- کاهش مصرف تجهیزات سرمایش ساختمانها در فصول گرم سال (پیک مصرف سالانه برق)
- کاهش مصرف سیستم روشنایی در ساعات اولیه شب (پیک مصرف روزانه برق)
- کاهش انتشار گازهای آلاینده در محیط شهری

## ۱۰ قدردانی

مقاله حاضر از نتایج پروژه تحقیقاتی «طراحی و تهیه نرم‌افزار صرفه‌جویی انرژی در ساختمانهای مسکونی ساخته‌شده و ساخته‌نشده در کلیه نقاط کشور (نرم‌افزار بهسازان)» به کارفرمایی معاونت امور انرژی وزارت نیرو می‌باشد. نویسندگان مقاله از آن معاونت محترم، مدیریت دفتر بهینه‌سازی مصرف انرژی آقای دکتر صادق‌زاده و کارشناسان گروه استاندارد و ساختمان، آقایان دکتر عفت‌نژاد، مهندس صالحیان و مهندس نی‌ساز، کمال تشکر را دارند.

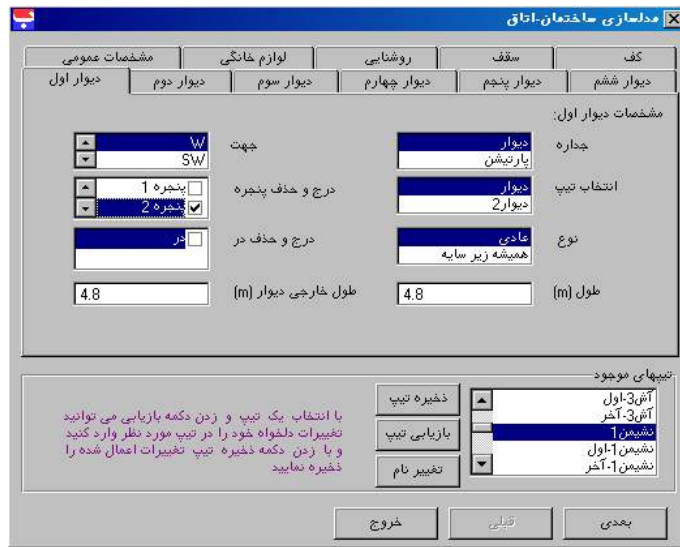
- زیرسیستم محاسبه انرژی مصرفی سیستمهای گرمایش و سرمایش و سیستم آب گرم مصرفی و تعیین ظرفیت تجهیزات با استفاده از ماکزیمم بار ساعتی؛
- زیرسیستم محاسبه تجهیزات روشنایی و مصرف انرژی آنها با استفاده از روش تقسیم ناحیه‌ای و بر اساس کاربری اتاق و میزان لوکس مورد نیاز برای هر اتاق و تعداد لامپهای لازم از انواع دلخواه؛
- زیرسیستم انتخاب تجهیزات سرمایش و گرمایش با توجه به جدول صفر و یکهای انتخاب سیستم مناسب با توجه به اقلیم آب و هوایی و مشخصات معماری ساختمان
- زیرسیستم تحلیل اقتصادی سیستمهای گرمایش و سرمایش و روشنایی ساختمان و تعیین سیستم بهینه با توجه به هزینه چرخه عمر سالانه شده (ALCC)؛
- زیرسیستم تحلیل فرصتهای صرفه‌جویی انرژی بر اساس هزینه مصرف انرژی، شامل ۱۶ راهکار صرفه‌جویی انرژی از قبیل عایقکاری حرارتی، تغییر حامل انرژی، جایگزینی تجهیزات (Retrofitting)، جایگزینی لامپهای روشنایی و راهکارهای دیگر.

## ۸ آزمایش و ارزیابی نرم‌افزار

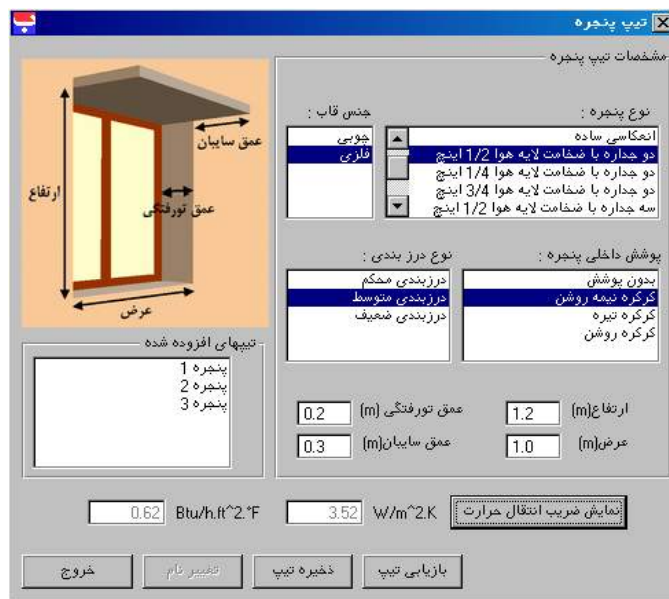
پس از تهیه نسخه اولیه نرم‌افزار بهسازان ۸۲، ابتدا تمامی بخشهای محاسباتی آن بصورت جداگانه و سپس کل نرم‌افزار، مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج محاسبات با مقادیر واقعی مصارف انرژی ثبت شده در صورتحساب برق و گاز چند ساختمان مسکونی در شهرهای گوناگون مقایسه شد. همچنین دقت نتایج محاسبات بارهای گرمایشی و سرمایشی چند ساختمان نمونه با نتایج محاسبات نرم‌افزار Carrier HAP مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور آزمایش نهایی نرم‌افزار نسخه‌هایی از آن در اختیار کارشناسان، سازمانهای دولتی و شرکتهای مهندسی قرار گرفته است که پس از دریافت نظرات و پیشنهادهای ایشان، نسخه نهایی نرم‌افزار عرضه می‌شود.



شکل ۳: فرم انتخاب تجهیزات گرمایش و سرمایش بهینه در نرم افزار بهسازان



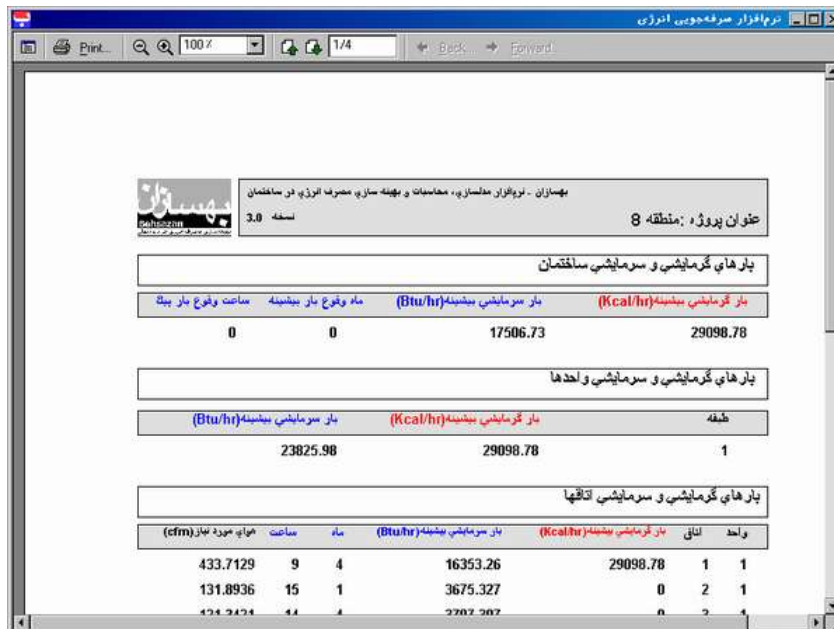
شکل ۴: فرم ورود اطلاعات در بخش مدلسازی اتاق نرم افزار بهسازان



شکل ۵: فرم ورود مشخصات پنجره در بخش مدلسازی نرم افزار بهسازان

 بهسازان - نرم افزار بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان عنوان پروژه: منطقه 8																																																								
<b>نتایج میحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان</b> <b>صرفه جویی در مصرف انرژی</b>																																																								
نام شهر:	تهران																																																							
نوع شهر:	بزرگ																																																							
گروه شهر از نظر سطح نیاز انرژی:	متوسط																																																							
کاربری ساختمان:	مسکونی																																																							
گروه ساختمان از نظر صرفه جویی در انرژی:	گروه دو																																																							
شاخص خورشیدی ساختمان:	0.01																																																							
ضریب انتقال حرارت مرجع اولیه (WIK):	1460.84																																																							
ضریب تصحیح (WIK.m <sup>3</sup> ):	0																																																							
حجم مفید ساختمان (m <sup>3</sup> ):	3960																																																							
ضریب انتقال حرارت مرجع ساختمان (WIK):	1460.84																																																							
ضریب انتقال حرارت طرح ساختمان (WIK):	1207.7																																																							
وضعیت طراحی ساختمان از لحاظ مقررات ملی ساختمان: <b>قابل قبول</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>نوع جداره</th> <th>ضریب انتقال حرارت استاندارد (W/K.m<sup>2</sup>)</th> <th>نام نوب</th> <th>ضریب انتقال حرارت طرح (W/K.m<sup>2</sup>)</th> <th>وضعیت جداره</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>دیوار</td> <td>1.01</td> <td>دیوار</td> <td>0.58</td> <td>مناسب</td> </tr> <tr> <td>دیوار</td> <td>1.01</td> <td>دیوار 2</td> <td>0.58</td> <td>مناسب</td> </tr> <tr> <td>بام</td> <td>0.63</td> <td>بام</td> <td>0.82</td> <td>نامناسب x</td> </tr> <tr> <td>کف در نماين يا هوا</td> <td>0.63</td> <td>سقف و کف</td> <td>0.46</td> <td>مناسب</td> </tr> <tr> <td>نور گذر</td> <td>3.40</td> <td>پنجره 1</td> <td>3.01</td> <td>مناسب</td> </tr> <tr> <td>نور گذر</td> <td>3.40</td> <td>پنجره 2</td> <td>1.99</td> <td>مناسب</td> </tr> <tr> <td>نور گذر</td> <td>3.40</td> <td>پنجره 3</td> <td>5.91</td> <td>نامناسب x</td> </tr> <tr> <td>در</td> <td>4.41</td> <td>در</td> <td>3.98</td> <td>مناسب</td> </tr> <tr> <td>پارتیشن</td> <td>0.69</td> <td>پارتیشن</td> <td>1.87</td> <td>نامناسب x</td> </tr> <tr> <td>پارتیشن</td> <td>0.69</td> <td>پارتیشن 2</td> <td>1.87</td> <td>نامناسب x</td> </tr> </tbody> </table>		نوع جداره	ضریب انتقال حرارت استاندارد (W/K.m <sup>2</sup> )	نام نوب	ضریب انتقال حرارت طرح (W/K.m <sup>2</sup> )	وضعیت جداره	دیوار	1.01	دیوار	0.58	مناسب	دیوار	1.01	دیوار 2	0.58	مناسب	بام	0.63	بام	0.82	نامناسب x	کف در نماين يا هوا	0.63	سقف و کف	0.46	مناسب	نور گذر	3.40	پنجره 1	3.01	مناسب	نور گذر	3.40	پنجره 2	1.99	مناسب	نور گذر	3.40	پنجره 3	5.91	نامناسب x	در	4.41	در	3.98	مناسب	پارتیشن	0.69	پارتیشن	1.87	نامناسب x	پارتیشن	0.69	پارتیشن 2	1.87	نامناسب x
نوع جداره	ضریب انتقال حرارت استاندارد (W/K.m <sup>2</sup> )	نام نوب	ضریب انتقال حرارت طرح (W/K.m <sup>2</sup> )	وضعیت جداره																																																				
دیوار	1.01	دیوار	0.58	مناسب																																																				
دیوار	1.01	دیوار 2	0.58	مناسب																																																				
بام	0.63	بام	0.82	نامناسب x																																																				
کف در نماين يا هوا	0.63	سقف و کف	0.46	مناسب																																																				
نور گذر	3.40	پنجره 1	3.01	مناسب																																																				
نور گذر	3.40	پنجره 2	1.99	مناسب																																																				
نور گذر	3.40	پنجره 3	5.91	نامناسب x																																																				
در	4.41	در	3.98	مناسب																																																				
پارتیشن	0.69	پارتیشن	1.87	نامناسب x																																																				
پارتیشن	0.69	پارتیشن 2	1.87	نامناسب x																																																				

شکل ۶: نمونه ای از گزارش مقررات ملی ساختمان در نرم افزار بهسازان



بهسازان - نرم افزار بهسازان، محاسبات و بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان عنوان پروژه: منطقه 8 نسخه 3.0			
<b>بارهای گرمایشی و سرمایشی ساختمان</b>			
بار گرمایشی بهینه (Kcal/hr)	29098.78		
بار سرمایشی بهینه (Btu/hr)	17506.73		
ساعت وقوع بار بهینه	0		
ساعت وقوع بار بیگانه	0		
<b>بارهای گرمایشی و سرمایشی واحدها</b>			
بار گرمایشی بهینه (Kcal/hr)	29098.78		
بار سرمایشی بهینه (Btu/hr)	23825.98		
<b>بارهای گرمایشی و سرمایشی اتاقها</b>			
بار گرمایشی بهینه (Kcal/hr)	29098.78	1	1
بار سرمایشی بهینه (Btu/hr)	16353.26	4	4
ساعت	9	433.7129	1
ساعت	15	131.8936	2
ساعت	44	474.2434	4

شکل ۷: نمونه ای از گزارش بارهای گرمایشی و سرمایشی ساختمان در نرم افزار بهسازان



## Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

- [11] Kreider, Jan F., (2001), Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning, CRC Press
- [12] Kaufman J.E. and Christensen J.F., (1984), IES Lighting Handbook, Illuminating Engineering Society
- [13] Wulfinghoff D.R., (1999), Energy Efficiency Manual, Energy Institute
- [۱۴] سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، (۱۳۸۲)، فهرست بهای واحد پایه رشته ابنیه، رشته تاسیسات مکانیکی، و رشته تاسیسات برق رشته ساختمان سال ۱۳۸۲

## ۱۱ مراجع

- [۱] دفتر برنامه ریزی انرژی (۱۳۸۲)، ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۱، وزارت نیرو، معاونت امور انرژی
- [۲] کوچاریان آ.، بیدی م.، علیپور م. و منصوری ف.، (۱۳۸۲)، گزارشهای مرحله ای پروژه طراحی و تهیه نرم افزار صرفه جویی انرژی در ساختمانهای مسکونی ساخته شده و ساخته نشده در کلیه نقاط کشور (نرم افزار بهسازان)، ۶ جلد، پژوهشگاه نیرو، گروه انرژی و مدیریت مصرف
- [3] Niroo Research Institute (NRI), <http://www.nri.ac.ir/en/behsazan.asp>
- [4] DOE and University of Illinois, (2001), EnergyPlus Engineering Document: The Reference to EnergyPlus Calculations, US Department of Energy, EnergyPlus Documentation
- [5] Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), <http://simulationresearch.lbl.gov/>
- [۶] کوچاریان آ.، بیدی م. و علیپور م.، (۱۳۸۱)، انتخاب سیستم بهینه گرمایش و سرمایش برای ساختمانهای مسکونی در مناطق اقلیمی گوناگون کشور، دومین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان، سازمان بهینه سازی مصرف سوخت، ۶ و ۷ اسفند ۱۳۸۱
- [۷] وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت نظام مهندسی، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، (۱۳۸۱)، مقررات ملی ساختمان، مبحث نوزدهم - صرفه جویی در مصرف انرژی
- [۸] کوچاریان آ.، بیدی م. و منصوری ف.، (۱۳۸۲)، ارزیابی عملکرد انرژی جداره های خارجی ساختمانهای مسکونی طبق مقررات ملی ساختمان با استفاده از نرم افزار بهسازان، سومین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان، سازمان بهینه سازی مصرف سوخت، ۲۸ و ۲۹ بهمن ۱۳۸۲
- [9] Muneer, T., (1997), Solar Radiation & Daylight Models for the Energy Efficient Design of Buildings, Architectural Press
- [10] ASHRAE, (1997), The ASHRAE Handbook: Fundamentals 1997, American Society of Heating,