

## بسته نرم افزار ملی ممیزی، مدیریت و بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان Audit, Management and Saving Energy Software (ESAM)

مهندس علی سوفسطائی - دکتر ملک ارسلان صدی<sup>۱</sup>

۱- دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شهرکرد

### چکیده

این مقاله به بررسی نرم افزار ملی ممیزی، مدیریت و بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان (ESAM) می پردازد. کلیه مراحل انجام پردازش به منظور برآورده سازی اهداف برنامه به ترتیب شرح و توضیح داده شده، مراجع بکار رفته مورد بررسی قرار می گیرند. نحوه ورود اطلاعات و نیز استخراج نتایج برنامه نیز از دیگر مواردی است که در این مقاله به آن اشاره می گردد.

واژه های کلیدی: انرژی، نرم افزار، ممیزی

### مقدمه

فعالیت های ساختمانی بخش بزرگی از کل فعالیتهای اقتصادی و تولیدی کشور را تشکیل می دهند. مقایسه ارقام سرمایه گذاری ملی در بخش های مختلف فعالیتهای تولیدی در برنامه های عمرانی نشان می دهد که سهم عظیمی از این سرمایه ها در پروژه های ساختمانی و صنایع وابسته به آن به کار گرفته می شود. بهره برداری بهینه از این سرمایه عظیم در گرو عوامل متعددی است که از آن میان رعایت اصول فنی و استانداردهای کیفیت در طراحی و تولید ساختمان و اجزاء آن از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.

از سویی دیگر مسأله انرژی در کشور ما سالها مورد توجه شایسته ای نبوده و یارانه های آشکار و پنهان دولتی همواره مردم را از توجه واقعی به ارزش انرژی در اشکال مختلفش باز می داشته است در سالهای اخیر، به دلایل گوناگون لزوم محاسبه میزان مصرف صرفه جوئی انرژی به عنوان یک ضرورت قطعی و چاره ناپذیر پدیدار گشته است و بخش ساختمان انرژی کشور که بیش از یک سوم انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص داده است از این مقوله مستثنی نیست.

در شرایط جدید کشور و بنا به امکانات تازه صنعتی بوجود آمده و نیز پیشرفت های جهانی دانش فنی و تجربه های مثبت در زمینه ممیزی و بهینه سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان، نیاز به طراحی و استفاده از نرم افزارهای مربوطه با توجه به شرایط مقررات داخلی کشور احساس می شود که این مهم با همت متخصصین داخلی و استفاده از مشاوران خارجی در زمینه مهندسی مکانیک و کامپیوتر، استفاده از منابع به روز و بررسی صدها نمونه از نرم افزارهای موجود و معتبر سراسر جهان در سال ۱۳۸۳ انجام گرفته که حاصل این تلاش، نرم افزار E.S.A.M می باشد.

E.S.A.M نرم افزاری چند منظوره و فراگیر بوده که پردازشی تلفیق از مباحث فنی و اقتصادی را به صورت همزمان و برای صدها پروژه انجام می دهد.

### کلیات و اهداف

مهمترین اهدافی که این برنامه پس از ورود اطلاعات مربوط به ساختمان و به منظور پردازش دنبال می کند شامل موارد زیر می باشد.

الف- انجام کلیه محاسبات مربوط به اتلافات حرارتی و بروندی ساختمان به تفکیک و برای کلیه اجزاء ساختمان در تمام جهات اصلی و فرعی مبتنی بر روش CLTD/CLF سری کتابهای Ashrae.

ب- اعمال مبحث نوزدهم از مقررات ملی ساختمان در کشور و ارائه کلیه نتایج حاصل اعم از گروه بندی ساختمان و محاسبه نرم مصرف انرژی در هر فصل.

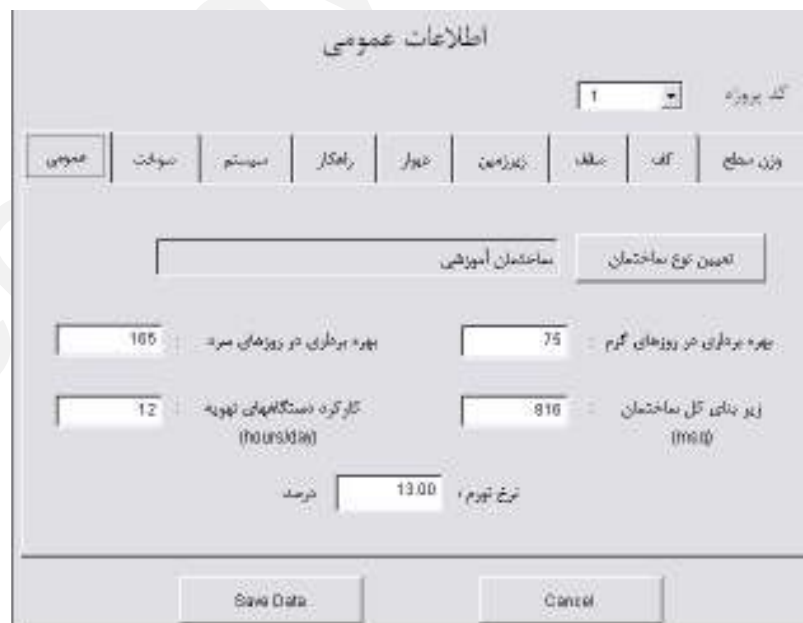
ج- انجام کلیه محاسبات اقتصادی مربوط به ممیزی و مدیریت انرژی در ساختمان به انضمام محاسبه هزینه اعمال راهکارهای کاهش مصرف انرژی و زمان بازگشت سرمایه.

د- آنالیز هوشمند جداره های خارجی ساختمان و پیشنهاد راهکارهای مناسب به منظور کاهش مصرف تا رسیدن به حد استاندارد.

خروجی اطلاعات حاصل از پردازش به منظور برآورده کردن اهداف فوق ، بسیار ساده و به انواع مختلف به صورت فایل قابل ذخیره بر روی حافظه کامپیوتر ، گزارشات مدون کتبی با امکانات وسیع و متنوع چاپ ، جداول و نمودارهای مربوطه می باشد. از نکات منحصر به فرد این نرم افزار علاوه بر بانک اطلاعاتی قوی شامل مشخصات آب و هوایی کلیه شهرهای ایران می توان به فارسی بودن همه منوها و جداول اشاره کرد. همچنین برگه های گزارشات به صورت خام می تواند به عنوان پیش جداول دستی استفاده شود و در هر مکان توسط کاربر تکمیل که در نهایت با اتلاف کمترین زمان پس از ورود اطلاعات به کامپیوتر پردازش مورد نیاز تا حصول نتیجه مطلوب صورت پذیرد.

## ورود اطلاعات

به منظور وارد کردن مشخصات ساختمان، اطلاعات پروژه و سایر موارد مربوط به منطقه جغرافیایی و پارامترهای مورد نیاز برای بررسی اقتصادی پروژه دو جدول به نامهای "اطلاعات پروژه" و "اطلاعات عمومی" در نظر گرفته شده است (شکل ۱).

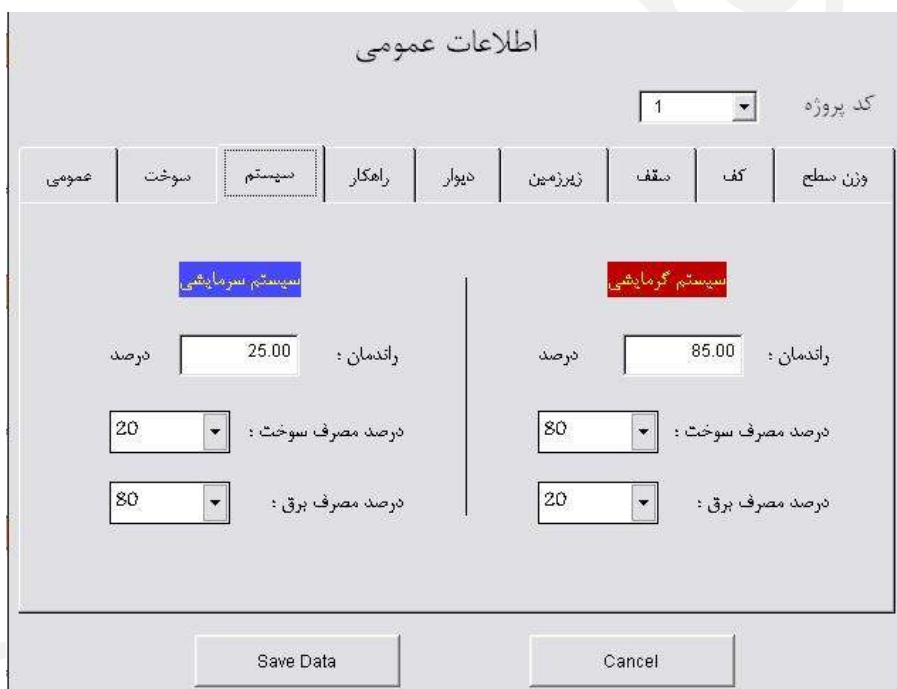


کد پروژه	نوع ساختمان	مساحت	تعداد طبقات	تعداد طبقات مشغول	مصرف انرژی
1	مسکونی	105	75	12	13.00

شکل (۱) جدول ورودی اطلاعات عمومی

از مواردی که در طی مرحله ورود اطلاعات به عنوان نیازهای اولیه پردازش به برنامه داده خواهد شد شامل موارد زیر می باشد.

- کد پروژه به منظور شناسایی هر پروژه به تفکیک و بدون ایجاد تداخل در اطلاعات مربوطه .
- نام پروژه .
- مکان انجام هر پروژه شامل کلیه شهرهای کشور به منظور فراخوانی کلیه اطلاعات مربوط به هواشناسی منطقه .
- نوع کاربری ساختمان براساس مقررات ملی ساختمان (مبحث نوزدهم).
- تعداد روزهای بهره برداری در فصول گرم و سرد.
- زیربنای کل ساختمان .
- کارکرد دستگاههای تهویه به صورت تعداد ساعات در هر روز .
- نرخ تورم سالیانه به منظور انجام محاسبات اقتصادی .
- نوع و قیمت انواع سوخت مصرفی به منظور جبران اتلاف حرارتی و برودتی ساختمان در فصول مختلف .
- راندمان سیستم های گرمایشی و سرمایشی و درصد مصرف سوخت و برق (شکل ۲).



شکل ۲) برگه سیستم از جدول ورودی اطلاعات عمومی

- انتخاب راهکارهای کاهش مصرف انرژی شامل عایق کاری جداره های خارجی و دو جداره سازی پنجره ها به عنوان مؤثرترین راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان.
- اطلاعات مربوط به مصالح دیوارها، سقف و کف ساختمان شامل نوع مصالح و لایه های بکار رفته به تفکیک و برای کلیه جهات اصلی و فرعی ساختمان.

### پردازش اطلاعات

محاسبات مربوط به ممیزی، آنالیز و مدیریت انرژی در فصول گرم و سرد براساس بار حرارتی برای فصل سرد، بار برودتی برای فصل گرم، اعمال مبحث نوزدهم از مقررات ملی ساختمان، انجام عملیات بهینه سازی و برآوردهای اقتصادی با استفاده از منوهای مربوطه انجام می گیرد (شکل ۳).

#### Energy Saving Audit Management Software ver 1.4



شکل ۳) نوار آبخاری مربوط به بار برودتی

اعمال مبحث نوزدهم از مقررات ملی ساختمان و تعیین ضرایب استاندارد انتقال حرارت از دیگر اهدافی است که این برنامه پیگیری می کند (شکل ۴).



شکل ۴) اعمال مبحث نوزدهم از مقررات ساختمان

ارائه پیشنهادات و راهکارهای کاهش مصرف انرژی که از آنالیز هوشمند اجزای خارجی ساختمان حاصل می شود مهمترین و زیباترین بخش پردازشی برنامه E.S.A.M محسوب می شود که نمونه عملیات مشابه به آن در هیچ یک از نرم افزارهای ممیزی و مدیریت مصرف انرژی دیده نمی شود (شکل ۵).

مبلغ هزینه های پیشنهادی - ریال	توضیحات
55155000.00	هدایت حرارتی سقف در صورت عایق کاری به حد استاندارد خواهد رسید. هزینه انجام: <23000000> ریال است.
	هدایت حرارتی کف در صورت عایق کاری به حد استاندارد خواهد رسید. هزینه انجام: <22000000> ریال است.
	هدایت حرارتی زیرزمین شرقی در صورت عایق کاری به حد استاندارد خواهد رسید. هزینه انجام: <15300000> ریال است.
	هدایت حرارتی زیرزمین شمالی در صورت عایق کاری به حد استاندارد خواهد رسید. هزینه انجام: <15500000> ریال است.
	هدایت حرارتی زیرزمین شمال شرقی در صورت عایق کاری به حد استاندارد خواهد رسید. هزینه انجام: <10800000> ریال است.
	هدایت حرارتی زیرزمین شمال غربی در صورت عایق کاری به حد استاندارد خواهد رسید. هزینه انجام: <13900000> ریال است.
	هدایت حرارتی زیرزمین جنوبی در صورت عایق کاری به حد استاندارد خواهد رسید. هزینه انجام: <28000000> ریال است.
	هدایت حرارتی زیرزمین جنوب شرقی در صورت عایق کاری به حد استاندارد خواهد رسید. هزینه انجام: <19800000> ریال است.

شکل ۵) پیشنهادات هوشمند راهکارهای کاهش مصرف انرژی

این پیشنهادات براساس توجه فنی و اقتصادی هر پروژه توسط برنامه ارائه و قابل حذف و یا انتخاب توسط کاربر می باشند.

### خروجی اطلاعات

برنامه E.S.A.M با سیستمی منظم و مجهز به کلیه روش های گزارش دهی ، جزئیات هریک از مراحل ورود ، پردازش و نتایج حاصل را به صورت فایل کامپیوتری ، چاپ و نمودارهای مربوطه در اختیار کاربر قرار می دهد بدین منظور فرم جامع گزارش دیگری در نظر گرفته شده است (شکل ۶).

**فرم جامع گزارش گیری**

Project Code:

انتخاب همه موارد

اطلاعات پروژه     اطلاعات عمومی     نتیجه گیری نهایی

مصالح دیوارها     مصالح سقف ها     مصالح دیوارهای زیرزمین     مصالح کف

**بار حرارتی**

دیوارها     کف

پنجره ها - هدایت     سقف

تقووت از درزها     زیر زمین

تجدید هوا     درها

**بار برودتی**

دیوارها     تجدید

پنجره ها - هدایت     درها

پنجره ها - تشعشع     تقووت از درزها

سقف     اشخاص

دستگاه ها و سیستم رو شنایی

Exit      Report

شکل ۶) چگونگی گزارش گیری از نرم افزار

نتایج نهایی این نرم افزار ( شکل ۷ و ۸ ) شامل موارد زیر می باشد .

- بار کلی واقعی و استاندارد ساختمان با توجه به مقررات ملی ساختمان کشور و مشخصات واقعی ساختمان مورد نظر .
- هزینه راهکارهای پیشنهادی.
- هزینه ذخیره شده در صورت بکارگیری استانداردهای داخلی تا رسیدن به نرم مصرف.
- زمان بازگشت سرمایه.

فرم نتایج نهایی

کد پروژه : 1

Page1		Page2		Page3	
بار برودتی		بار حرارتی			
661539.00	کل واقعی: (Kcal/hr)	405489.47	کل واقعی: (Kcal/hr)		
657161.80	استاندارد: (Kcal/hr)	330136.13	استاندارد: (Kcal/hr)		
656560.10	انتخابی: (Kcal/hr)	332842.97	انتخابی: (Kcal/hr)		

شکل ۷) نتایج جزئی حاصل از انجام هر پروژه

فرم نتایج نهایی

کد پروژه : 1

Page1		Page2		Page3	
استاندارد	انتخابی				
6809617	3827939	هزینه ذخیره شده :	(Rials / year)		
21660000	16670000	هزینه راهکار (ها):	(Rials)		
4	4	زمان بازگشت سرمایه :	(Year)		

شکل ۸) برآورد های اقتصادی حاصل از انجام پروژه

## مدیریت نرم افزار

برنامه E.S.A.M با حجم بسیار کم و مطابق با جدیدترین متدهای برنامه نویسی نگاشته شده و قابلیت‌های بسیار مطلوبی در زمینه مدیریت فایل در اختیار کاربر قرار می دهد که این امکانات شامل فرمت ، ذخیره سازی و بازیابی اطلاعات برای هر پروژه به تفکیک می باشد.  
راهنمای جزئیات و مشاوره به صورت سؤال و جواب های متداول از دیگر امکانات این برنامه می باشد.

## منابع و مراجع

1. Energy Saving Audit Management Software Manual
2. E.S.A.M copy right@2004DOE
3. Software Director: Ali Soofastaei