

روش شناسی مدل جریان بهینه انرژی در یک واحد مسکونی

اعظم طوسی ، دکتر علی مقداری ، دکتر یداله سبوحی ،
دکتر محمد حسن سعیدی ، دکتر سیامک کاظم زاده

دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی مکانیک

چکیده : یکی از مسائل عمده و مهم در بخش خانگی شناخت سطح بهینه جریان انرژی و کنترل فعالیت در رفتارها برای تثبیت جریان انرژی در نقطه بهینه است و انجام این مهم ایجاب می کند هزینه های اقتصادی و اجتماعی انرژی در نقطه بهینه ارزیابی شود. برای اینکه بتوان در رابطه با ارائه پاسخ مناسب به این ضرورت اقدام نموده مدل جریان بهینه انرژی در یک واحد مسکونی بصورت یک نرم افزار کاربردی و سهل استفاده توسعه داده شده است. مدل جریان بهینه انرژی براساس مفهوم حجم کنترل و با عنایت به روابط منتج از معادله اولر و در ارتباط با جریان جرم و انرژی توسعه یافته و از برنامه ریزی ریاضی (بهینه سازی پویا) استفاده شده است. بنابر مجموعه معادله ها و روابط موثر، جریان بهینه انرژی در واحد مسکونی شناسائی می شود و ارزیابی اقتصادی از عوامل ممکن برای بهینه نمودن جریان انرژی میسر می گردد. به این ترتیب مدل جریان بهینه انرژی به عنوان ابزار تحلیلی برای ارزیابی اقتصادی و فنی گزینه های مختلف صرفه جویی انرژی کاربرد دارد. لذا در مقاله حاضر توضیح مبانی نظری مدل و روش شناسی تحلیل جریان انرژی و نیز نحوه کاربرد مدل تبیین می گردد. نتایج بکارگیری این نرم افزار برای واحد مشخص نیز تشریح می شود.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سیستم های انرژی

۲- استاد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف

۳- دانشیار دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف

۴- استادیار دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف

۵- استادیار دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف

۱- مقدمه :

تقریباً ۱/۳ عرضه انرژی اولیه جهان در ساختمانها مصرف می شود. بنابراین ، ساختمانها اولین سهم را در گرم شدن جهان و تخریب لایه ازن دارند. بویژه از زمانی که تحریم اقتصادی نفت در سال ۱۹۷۳ تجربه شد، رسیدن به راندمان بهتر در ساختمانها یکی از چالش های اصلی و بزرگ جهان شد. تجربه شده که با طراحی دقیق بوسیله نرم افزارهای شبیه سازی به صرفه جوئی چشمگیری در راندمان انرژی یک ساختمان می توان رسید و برای رسیدن به این مهم، لازم است کارایی خدمات سیستم های گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع خوب شناخته شوند، چرا که مصرف کننده قسمت عمده انرژی در ساختمانها محسوب می شوند.

نیازهای انرژی یک ساختمان نه فقط بستگی به کارایی اجزاء پیرامون ساختمان (مثل دیوارها، پنجره ها، سقف ها) و سیستم های گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع و سیستم های روشنایی دارد، بلکه به کارایی کل آنها به عنوان یک سیستم کلی در یک واحد ساختمان نیز بستگی دارد. بنابراین ، لازم است که برهم کنش های پویا و پیچیده ساختمان با محیط و سیستم ها و تأسیسات مدل شوند و برای تحلیل، شبیه سازی شوند. برای معماران و مهندسين، تنها تکنیک موجود مرتبط با صرفه جویی انرژی، شبیه سازی ساختمان است.

قبل از پیدایش شبیه سازی ساختمان با استفاده از کامپیوتر، معماران و مهندسين خدمات ساختمانی شدیداً وابسته به محاسبات دستی با استفاده از شرایط طراحی از قبل انتخاب شده می باشند و اغلب متوسل به روش های تجربی می شدند. اغلب این روش ها به بزرگتر از اندازه شدن تأسیسات و توانائیهای سیستم و کارائی ضعیف انرژی به خاطر عملکرد مفرط در قسمتی از بار می شوند. لذا، غیر واقع بینانه است که راندمان بالای انرژی در ساختمان حاصل شود، بدون اینکه از برنامه های شبیه سازی ساختمان استفاده شود. امروزه برنامه های شبیه سازی کامپیوتری بر روی کامپیوترهای شخصی اجرا می شود که به معماران و مهندسين امکان تست طرح های جدید قبل از اقدام به ساخت و یا نصب، را می دهد. علاوه بر این، محققین می توانند با اضافه کردن تکنولوژیهای جدید و نوآوریها و بنابراین خلق فرصتها برای افزایش صرفه جویی با استفاده از این نرم افزارها داشته باشند [۱،۲،۳].

۲- ابزارهای تحلیل انرژی :

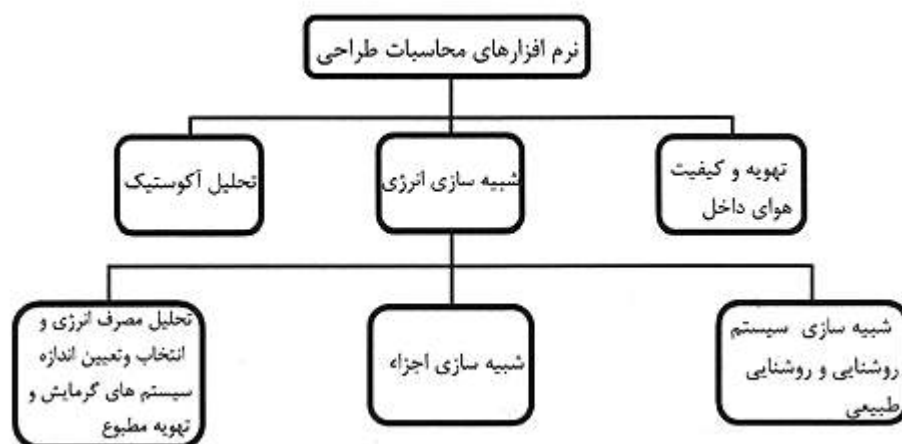
-Oversizing

-Part-load operation

برنامه های شبیه سازی ساختمان می توانند به دو گروه تقسیم شوند: نرم افزارهای طراحی DTs و برنامه های شبیه سازی تفصیلی DSPs.

DTs بیشتر با اهداف خاص می باشند و اغلب در مراحل اولیه طراحی استفاده می شوند، چون به اطلاعات ورودی کمتر و ساده تر نیاز دارند. برای مثال، DTs در قبول یا عدم قبول ویژگیهای استانداردهای ساختمان خیلی مفیدند. چون DTs در کاربردها آسان هستند، تکثیر یافته اند.

اغلب در DSPs تکنیک های محاسباتی، مثل، State space, transfer function, finite element, finite difference برای محاسبات انرژی و بار ساختمان استفاده می شوند. محاسبه برای واکنشها و عکس العملهای پویا در بین همه عناصر حرارتی همراه با آسایش و مصرف انرژی، شامل پیرامون ساختمان، سیستم های HVAC، روشنایی و کنترل با استفاده از DSPs صورت می گیرد. در DSPs انجام محاسبات معمولاً ساعت به ساعت (گاهی دقیقه به دقیقه) و بر مبنای هر ناحیه می باشد. بنابراین، با استفاده از آنها می توان به طراحی بهینه برای عملکرد ساختمان رسید. علاوه بر طراحی، DSPs برای اجرای کنترل کارایی استانداردهای انرژی در ساختمان نیز می باشند.



نمودار (۱) - دسته بندی نرم افزارهای DSPs

-Design Tools

- Detailed Simulation Program

· : ·

·
·[]

· : ·

· ERSHU

· REFO

· : ·

·

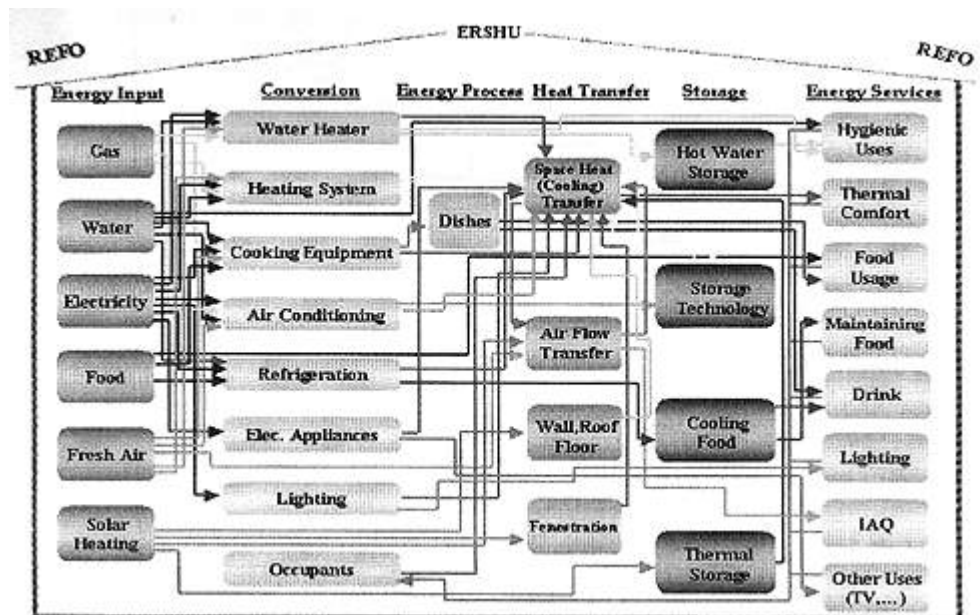
·

·

·

·

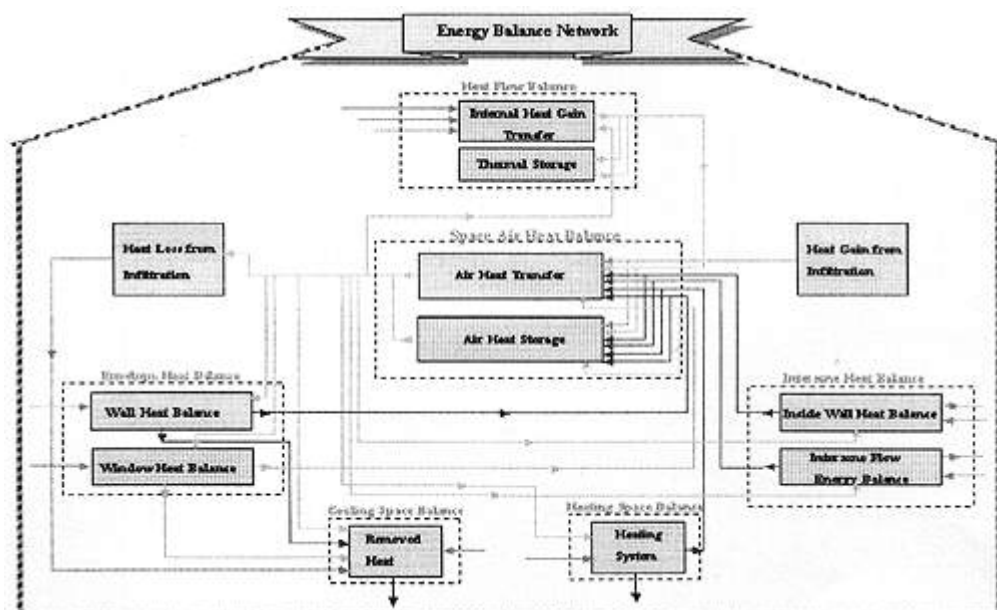
-
- Energy Reference System in Housing Unit
 - Residential Energy Flow Optimization



—()

^{۱۲}- Subsystems

^{۱۳}- Functionality



- ()

:

:

(Heat Flow Balance)

•

()

(Space Air Heat Balance)

•

(Envelope Heat Balance)

•

()

(Interzone Heat Balance)

•

)

(

(Cooling Space Balance)

•

(Heating Space Balance)

•

:/

(Heat Gain for Infiltration)

•

(Heat Loss from Infiltration)

•

:

-

Min
Subject to
 $X \in R^n$

$Z = C(x)$
 $f(x) \geq D$

$C(x)$

;- - -

:

$$\text{Min} \quad w = \sum_i \sum_l \sum_t P_{ilt} E_{ilt}$$

:

$$: \boldsymbol{E}_{ilt}$$

$$: \boldsymbol{P}_{ilt}$$

$$: \mathbf{i}$$

$$: \mathbf{l}$$

$$: \mathbf{t}$$

;

- -

.

.

.

.

:

1-Energy Balanes:

$$\sum_{i=1}^n E_{O_{i,j}} - \sum_{k=1}^m E_{I_{k,j}} = 0$$

$$E_{O_{i,j}} \leq Y_{i,j}$$

2-Storage:

$$\sum_{i=1}^n E_{O_{i,j}} + \sum_{i=1}^n S_{O_{i,j}} - \sum_{k=1}^m S_{I_{k,j}} - \sum_{k=1}^m E_{I_{k,j}} = 0$$

$$O_{i,j,l} - \sum_{k=l+1}^l I_{i,j,k} = 0$$

$$O_{i,j,l} + I_{i,j,l} \leq Y_{1/o}$$

3-Temperature Level:

$$\sum_{i=1}^n Q_{V_{i,j}} - m_j c_j T_j = 0$$

4- Convection:

$$Q_{jr} - Q_{rj} - h(T_j - T_r) = 0$$

5-Radiation:

$$\begin{aligned} Q_{rad} &= \alpha & \text{if} & & d = 1 \\ Q_{rad} &= 0 & \text{if} & & d = 0 \end{aligned}$$

6- Conduction

$$Q_{jr} - Q_{rj} - \frac{kA}{\Delta x}(T_j - T_r) = 0$$

7-Forced Cooling/Heating:

$$\sum_{k=1}^m Q_{k,j} + \beta E - \sum_{i=1}^n Q_{i,j} = 0$$

β = performance factor

$$\sum_{k=1}^m Q_{k,j} + E - \sum_{i=1}^n Q_{i,j} = 0$$

8- Infiltration:

$$Q_i - m_{a_i} c_{p_{a_i}} (T_{\infty} - T_i) = 0$$

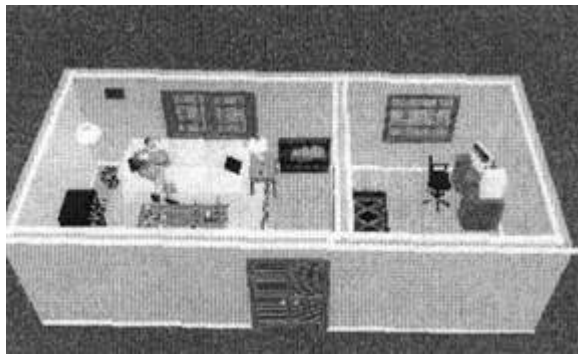
:

i: output energy index
k: input energy index
r,j: control volume index
o: output
I: Input
T: Temperature
E: Energy
Q: Heat

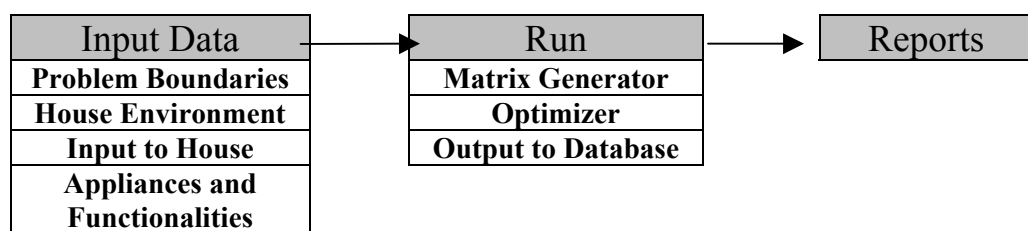
m_a : Air mass
 c_a : Specific heat capacity of air
 c : Specific heat capacity
 h : Convection coefficient
 k : Conductivity coefficient
 A : Area
 x : Thickness

:

-



:()

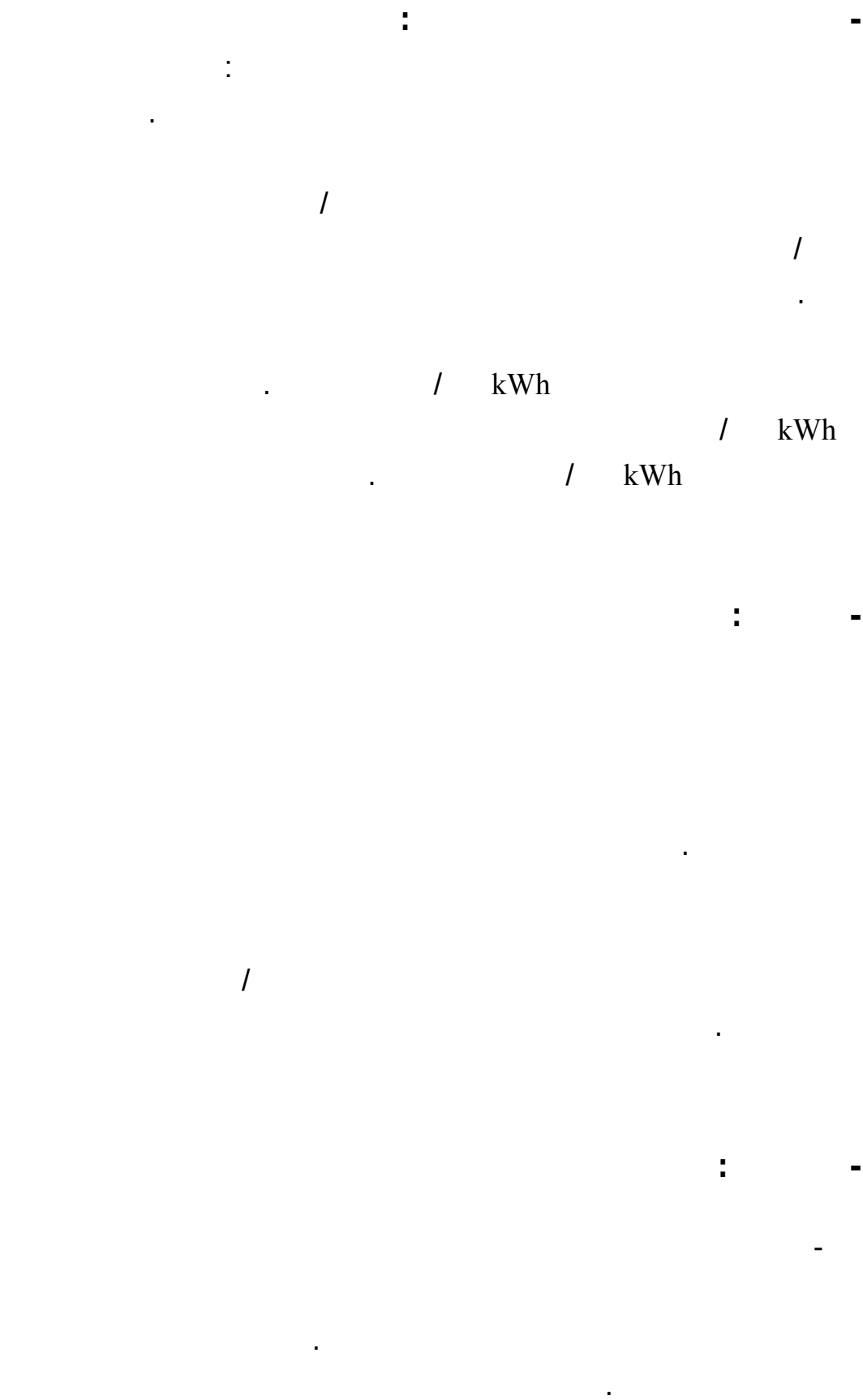


-()

matrix

optimizer

generator



- validation

- [1] Tianzhen Hong, S.K. Chou, T.Y. Bong. "Building Simulation: an overview of developments and information sources", Building and Environment 35(2000) 347-361.
- [2] Omar M. Al-Rabghi, Douglas C. Hittle, "Energy Simulation in Buildings: Overview and BLAST example", Energy Conversion and Management 42(2001) 1623-1635.
- [3] Clark JA, Irving AD, "Special issue on building energy simulation", In: Energy and Buildings 1988; 10(3).
- [4] Busch Robert D. "Methods of energy analysis", In: Hunn Bruce D. editor. "Fundamentals of building energy dynamics". Cambridge, MA: The MIT Press, 1996.
- [5] Sowell Edward F. Hittle Douglas C. "Evolution of building energy simulation methodology", ASHRAE Transactions 1995: 101(1): 850- 50.
- [6] Mohammad Saad Al-Homoud. "Computer-aided building energy analysis techniques", In: Building and Environment 36(2001) 421-433.

[]

[]

[]

[]

:-
: Energy Input

·
: Conversion

·
·
: Energy Process
: Heat Trasfer

·
conversion

: Storage

(...)

·
: Energy Services

:

)

.(...