Archive of SID

مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی تهویه مطبوع و تاسیسات حرارتی و برودتی
۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
HVACconf-IRSHRAE-1-034

آنالیز حرارتی اتاق مسکونی با پانل تشعشعی با الگوریتم ژنتیک

اردشیر مفتخری ، کارشناس ارشد، دانشگاه خواجه نصیر طوسی ؛ ardeshir_2010@yahoo.com
سیروس آقا نجفی ، استاد دانشگاه ؛ دانشگاه خواجه نصیر طوسی ؛ aghanajafi@kntu.ac.ir

چکیده
کاربرد الگوریتم های مدل سازی عددی در جنبه های مختلف علوم مهندسی به خصوص در آنالیز سیستم های حرارتی بیش از پیش مورد توجه محققین قرار گرفته است. در این راستا بواسطه وجود خطا در روش های آنالیز عددی ، افزایش دقت نتایج در تحلیل مسائل بیش از قبل مورد توجه قرار می گیرد. در تحقیق حاضر ، از آنالیز معکوس جهت تحلیل رفتار حرارتی یک اتاق مسکونی با سیستم گرمایشی پنل تشعشعی استفاده شده است و تاثیر الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی پارامترهای دخیل در مسئله نمایش داده شده است.

کلمات کلیدی: : م صرف انرژی ساختمان ، آنالیز معکوس، آنالیز ح سا سیت ،بهینه سازی

مقدمه

در چندین دهه اخیر، مدل سازی مصرف انرژی در ساختمان ها مورد توجه بسیاری از محققین در سرتاسر دنیا قرار گرفته است . هم چنین در این راستا تحقیقات و آزمایشات متعددی جهت شبیه سازی عوامل مولد و تامین کننده آسایش حرارتی و برودتی در فضای یک اتاق در ساختمان انجام گرفته است . این تحقیقات به صورت گسترده ای در زمینه های تجربی در آزمایشگاه ها بر روی تجهیزات تامین کننده آسایش حرارتی و برودتی مانند رادیاتورها ، چیلرها ، فن کویل ها ، هواسازها و دیگر ادوات سیستم های تاسیسات حرارتی و برودتی صورت گرفته است . این درحالی است که طراحی و بررسی سیستم های سرمایشی و گرمایشی در علوم آنالیز عددی به طور همزمان انجام گرفته است . این امر در سالیان پیشین با پیشرفت های شگرف علوم کامپیوتری ، سرعت هرچه بیشتری به خود گرفته است به طوری که در چند دهه اخیر مدل سازی با استفاده از کامپیوتر کارآیی خود را به عنوان ابزاری قدرتمند در بررسی عملکردسیستم های گرمایشی و سرمایشی نمایش داده است . بواسطه ارتباط تنگاتنگ مابین پارامتر های طراحی در سیستم های حرارتی و برودتی از جمله شرایط آب و هوایی اقلیم ، نوع سیستم های گرمایشی و سرمایشی ، خصوصیات طراحی و ... می بایست تاثیر دقیق هر یک از این پارامتر ها بر عملکرد سیستم کل را تعیین نمود. از طرفی طراح باید قادر باشد ، از امکانات کامپیوتر در فرآیند محاسبات و پردازش اطلاعات استفاده کرده و علاوه بر آن شرایط را برای طراحی بهینه فراهم سازد. در مدل سازی عادی ، طرحی توسط طراح به صورت گام به گام به حالت عددی برای کامپیوتر تعریف می گردد و سپس کامپیوتر نیز طی فرآیند پردازش پاسخ هایی را برآورد می نماید. توجه با این نکته ضروری به نظر می رسد که این فرآیند نه تنها وقتگیر و گاهی خسته کننده است بلکه این مشکل را هم دارد که در محدوده وسیعی از پاسخ های قابل قبول تنها تعداد محدودی پاسخ را بنا به تشخیص طراح ارزیابی کرده و عملکرد آنها را با هم مقایسه می کند . در مقابل ، با بهره برداری از الگوریتم های بهینه سازی می توان در محدوده گسترده ای از فضای جواب پاسخهایی که در راستای هدف مشخص مسئله , بهترین عملکرد را دارند , جستجو کرد . در کشور های توسعه یافته در حدود ۳۰ الی ۵۰ درصد مصرف انرژی سالیانه مربوط به بخش ساختمان ها می باشد[2,3,4] . در ایران نیز طبق آمار های بدست آمده از شرکت بهینه سازی مصرف سوخت حدود ۴۲درصد از انرژی تولیدی کشور در بخش ساختمان ها مصرف می گردد که طبق آمار های بدست آمده از شرکت ملی گاز ایران در حدود ۷۴ درصد از این انرژی برای امر گرمایش ساختمان ها مصرف می شود [5] . با توجه به مصرف بالای انرژی در ساختمان ها و هم چنین استاندارد نبودن شرایط طراحی ساختمان ها و مصالح کاربردی آنها نیاز به تحلیل دقیق عملکرد و بهینه سازی ساختمان ها به منظور کاهش مصرف انرژی احساس می شود. از جمله روش های تحلیل بار حرارتی و شبیه سازی انرژی می توان از رهیافت روش حل مستقیم در تحلیل و آنالیز معادلات حاکم بر ساختمان ها اشاره نمود .

در این رهیافت تعیین متغیر ها و چگونگی فرایند انتقال حرارت و تعیین انرژی با استفاده از دو نوع روش می تواند صورت پذیرد . اولین روش انجام آزمون های تجربی و دومین روش مدل سازی تحلیلی و یا شبیه سازی عددی فرایند انتقال حرارت و تعیین انرژی می باشند . در روش اول ، مقادیر درجه حرارت بصورت تابعی از زمان و مکان با استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی اندازه گیری می شوند . در روش دوم بدون استفاده از داده های تجربی ، محققان یک مدل ریاضی را که ممکن است بر پایه یک معادله دیفرانسیل و یا یک سیستم از معادلات دیفرانسیل به همراه شرایط اولیه و مرزی مناسب استوار باشد ، ارائه می کنند. سپس آنان روش های تحلیلی و یا عددی مناسب جهت گسسته سازی معادلات را استفاده کرده و سپس مدل گسسته شده را با استفاده از حجم زیادی از محاسبات حل می کنند و آن گاه جدول و یا منحنی هایی از نتایج ارائه می دهند .در نهایت نتایج شبیه سازی مدل و داده های تجربی که به طور مجزا از هم تهیه می شوند ، با هم مقایسه می شوند.این روند جهت حل مسائلی مناسب است که داده های ورودی همانند هندسه و ساختار درونی سیستم ، شرایط اولیه و مرزی و خواص ترموفیزیکی سیستم معلوم باشند. در این حالت پس از یک مدل سازی از فیزیک مسئله یک شبیه سازی یا آزمون تجربی جهت بدست آوردن داده های خروجی مورد نیاز صورت می پذیرد که به چنین برخوردی که بسیار مرسوم است حل مسئله به صورت مستقیم گفته می شود.

در واقع در این رهیافت که بر اساس حل مستقیم مسئله است ، تعیین معلول از طریق بررسی و شبیه سازی علت انجام می پذیرد . نوع سیستم گرمایشی

www.Hvacconf.ir
www.SID.ir

Archive of SID

و سرمایشی می تواند تاثیر قابل توجهی در مقادیر این داده های تجربی و مدل عددی داشته باشد. بنابراین در این راستا نیاز است انواع سیستم های حرارتی و برودتی رایج در ساختمان ها شناخته شود. به طور کلی می توان سیستم های تامین کننده آسایش حرارتی و تهویه مطبوع در ساختمان ها را به دو دسته سیستم های همرفتی و سیستم های تشعشعی تقسیم بندی کرد . در سیستم های همرفتی ، دمای مطلوب طراحی ساختمان به عنوان مبنا قرار می گیرد و سیستم های گرمایشی و سرمایشی به صورتی انتخاب می شوند که دمای هوای مطلوب برای ساکنین اتاق فراهم سازد.

پارامتر های اساسی در سیستم های تهویه مطبوع با سازوکار همرفتی ، دما و سرعت جریان هوا می باشد که به عنوان فاکتور طراحی ساختمان در نظر گرفته می شود . در مقابل ، در سیستم های تشعشعی ، گرم و یا سرد کردن سطوح اطراف ساکنان در اتاق ، آسایش حرارتی و برودتی را برای آنها فراهم می کند .بنابراین تشعشع حرارتی نقش اساسی را در این گونه از سیستم ها ایفا می نماید. مبنای طراحی در سیستم های تشعشعی ، به جای کنترل دمای هوای اتاق، دمای سطوح دربرگیرنده ساکنین در اتاق می باشد .

در نوشتار حاضر ، سعی شده است تا با تکیه بر تحقیقات قبلی ، تخمینی بهینه از پارامتر های موثر بر میزان مصرف انرژی حرارتی در یک ساختمان مجهز به سیستم تشعشعی چنان انجام گیرد تا شرایط آسایش حرارتی برای ساکنین فراهم سازد . در این راستا از الگوریتم های بهینه سازی جهت گزارش مقادیر بهینه پارامتر های موثر استفاده شده است و همچنین نتایج با شرایط حضور سیستم های تهویه مطبوع همرفتی نیز مقایسه گردیده است .نگاه جدید دیگر در این مطالعه استفاده از تکنیک های مختلف حل عددی مانند روش حجم محدود در زمینه حل معادلات حاکم بر انتقال حرارت هدایت گذرا با شرایط مرزی جابجایی و تشعشع و روش اختلاف محدود و ترکیب آن با روش های مختلف تخمین پارامتر در حل است.

۲ مدل سازی ریاضی مسئله مستقیم

در این بخش ، هر یک از اجزای موجود در مدل سازی بار گرمایشی در مسئله مستقیم ، از طریق روابط ریاضی موجود در مراجع به صورت عددی شبیه سازی می شوند. در این حالت فرض بر این است که هندسه و دامنه محاسباتی مورد نظر ، معادلات حاکم و شرایط مرزی و اولیه همراه با پارامتر های درگیر در مسئله معلوم بوده و هدف بدست آوردن توزیع متغیر های فیزیکی مانند درجه حرارت و بار حرارتی در درون دامنه می باشد .

۳ شبیه سازی بار گرمایشی اتاق مسکونی

اساسی ترین جز در شبیه سازی بار گرمایشی در اتاق مسکونی ، انتقال حرارت هدایت گذرای یک بعدی در دیواره ها به همراه شرایط مرزی جابجایی و تشعشع می باشد که از گسسته سازی به روش حجم محدود استفاده می شود . چگونگی و روش حل معادلات دیفرانسیل جزیی در ادامه توضیح داده خواهد شد .

۳-۱ مدل سازی هدایت گرمایی

مدل سازی فرایند انتقال حرارت ساختمان شامل پارامتر های مختلفی می باشد . هدایت حرارتی گذرا دیواره ها ، انتقال حرارت جابجایی در سطوح ، انتقال حرارت تشعشع داخلی و خارجی تعدادی از پارامترهایی هستند که در مدل سازی حرارتی ساختمان در نظر گرفته شده است . معادله انتقال حرارت گذرا دیواره ها به شکل معادله (۱) می باشد .

$$k\frac{\partial^2 T(x,t)}{\partial^2 x} + q(x,t) = (\rho c_p)\frac{\partial T(x,t)}{\partial t} \qquad (۱)$$

شرایط مرزی و اولیه نیز در حالت کلی عبارتند از :

- شرط مرزی درجه حرارت ثابت :

$$T(x,t) = constant \qquad (۲)$$

- شرط مرزی شار حرارت ثابت :

$$\frac{\partial T(x,t)}{\partial x} = constant \qquad (۳)$$

- شرط مرزی جابجایی :

$$k\frac{\partial T(x,t)}{\partial x} = h[T_{air} - T(x,t)] \qquad (۴)$$

-شرط مرزی تشعشع :

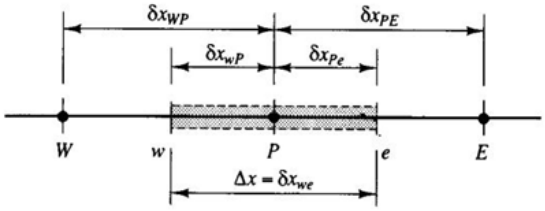
$$k\frac{(\partial T(x,t))}{\partial x} = \epsilon\sigma[(T_{air})^4 - (T_{(x,t)}))^4] \qquad (۵)$$

- شرط اولیه :

$$T(x,0) = f(x) \qquad (۶)$$

در حل عددی معادله هدایت گذرا با روش حجم محدود دامنه حل را مشابه شکل ۱ با یک حجم کنترل نمونه در نظر گرفته می شود .

برای محاسبه جمله مشتق زمانی در مسئله انتقال حرارت هدایت گذرا از تقریب تفاضل پسرو استفاده شده است . شکل نهایی معادله گسسته شده به روش حجم محدود به دست می آید .



شکل۱: نحوه تولید شبکه محاسباتی یک بعدی و حجم کنترل نمونه

۳-۲ شار تشعشعی داخلی سطوح دیواره های اتاق

بواسطه حضور انتقال حرارت تشعشعی سطوح دیوار اتاق مسکونی ، نیاز است تا میزان انتقال حرارت تشعشعی بین دیواره ها توسط رابطه ای ریاضی قابل تعیین باشد. در منابع موجود است که سطح جسم ، از مجموع تابش دریافتی از کل اجسام اطراف آن جزیی را بازتاب می کند . هم چنین جسم بواسطه دمای خود ، انرژی را از سطح ساطع می کند . مجموع تابش حرارتی و بازتابش تشعشع دریافتی ، تابش کل نامیده می شود .

$$\rho G + E = J \qquad (۷)$$

که در این رابطه :

$$E = \epsilon\sigma A T^4 \qquad (۸)$$

می باشد که در آن A سطح مقطع ، T دما ،ضریب صدور و ثابت استفان - بولتزمن نیز قابل مشاهده است . در صورتی که بخواهیم تبادل تشعشعی تعدادی سطح را بررسی کنیم ، باید از رابطه بالا کمک گرفت . برای هر کدام از سطوح ، تابش دریافتی ، حاصل جمع تابش کل تمامی سطوح دیگر که توسط آن سطح دیده می شود ، می باشد . منظور از دیده شدن ، سهمی از

www.SID.ir

Archive of SID

تابش یک سطح است که توسط سطح دیگر دریافت می شود . این سهم ، ضریب شکل نامیده می شود .
لذا می توان تابش دریافتی و در نتیجه تعادل حرارت تشعشعی را برای سطح i به صورت زیر نوشت :

$$G_i = \sum_{j=1}^{n} F_{i-j} J_j \rightarrow \rho_i \sum_{j=1}^{n} F_{i-j} J_j + E_i = J_i \qquad (۹)$$

که در آن ، F سهمی از تابش سطح j است که به سطح i می رسد . البته این رابطه به این شرط صادق است که اولا سطوح ، تابش را از خود عبور ندهند ، یعنی جسم کدر باشند (ضریب عبور دهی صفر باشد) و ثانیا تابش از مجموعه سطوح خارج نشود ، یعنی تشعشع خروجی از یک سطح به طور کامل به سطوح دیگر برسد .پس از حل دستگاه شار خروجی از هر یک از سطوح قابل محاسبه است.

$$q_i = J_i - G_i \qquad (۱۰)$$

طبق رابطه (۱۰) میزان انرژی تشعشعی خروجی از سطح دیوار قابل محاسبه می باشد.

$$q^n{}_{solar} = I_b cos(\theta) \frac{A_{sl}}{A} + I_{dif} F_{DS} + I_G F_{SG} \qquad (۱۱)$$

که در آن I_b تشعشع مستقیم به دیوار، I_{dif} تشعشع دیفیوز شده ، I_G میزان تشعشع دیفیوز زمین ، مساحت جزیی که نور خورشید به آن تابیده است،A مساحت سطح ،θ زاویه برخورد پرتو خورشید با سطح و F نیز ضریب دید است .

۳-۴ توازن حرارتی برای هوای اتاق مسکونی

پس از بررسی مدل سازی حرارتی دیواره ها ، باید معادله توازن حرارتی برای هوای اتاق نوشته شود . هوای داخل اتاق در اثر تبادل حرارتی با دیواره ها از طریق جابجایی و همچنین تولید یا استخراج حرارت در داخل اتاق تغییر دما می دهد . معادله حاکمه ، همان معادله انرژی است و در صورت استفاده از مدل توده ای به شکل زیر در خواهد آمد .

$$m_{air} cp_{air} \frac{dT_{air}}{dt} = Q_{air} + Q_{fur} + Q_{gen} \qquad (۱۲)$$

$$Q_{air} = \sum h_i A_i (T_{s,i} - T_{air}) \qquad (۱۳)$$

$$Q_{fur} = h_{fur} A_{fur} (T_{fur} - T_{air}) \qquad (۱۴)$$

جمله حاوی دمای تجهیزات ، همان انتقال حرارت به طریق جابجایی از تجهیزات به هوای اتاق می باشد . جمله مربوط به دمای تجهیزات ، همان انتقال حرارت جابجایی از تجهیزات به هوای اتاق می باشد . این تجهیزات به دلیل تشعشعات وارده به اتاق از طریق دیواره ها و جذب تشعشعات گرم می شوند و انرژی خود را از طریق جابجایی به هوای اتاق انتقال می دهند . البته توجه به این نکته ضروری به نظر می رسد که خود این تجهیزات نیز در اثر تبادل حرارتی دچار تغییر دما می شوند .البته خود این تجهیزات نیز در دارای گرادیان دما در داخل خود هستند ولی به علت جلوگیری از پیچیدگی مدل از یک دمای متوسط برای کل آنها در نظر گرفته شده است . توازن حرارتی برای این تجهیزات از رابطه (۱۵) تبعیت می کند .

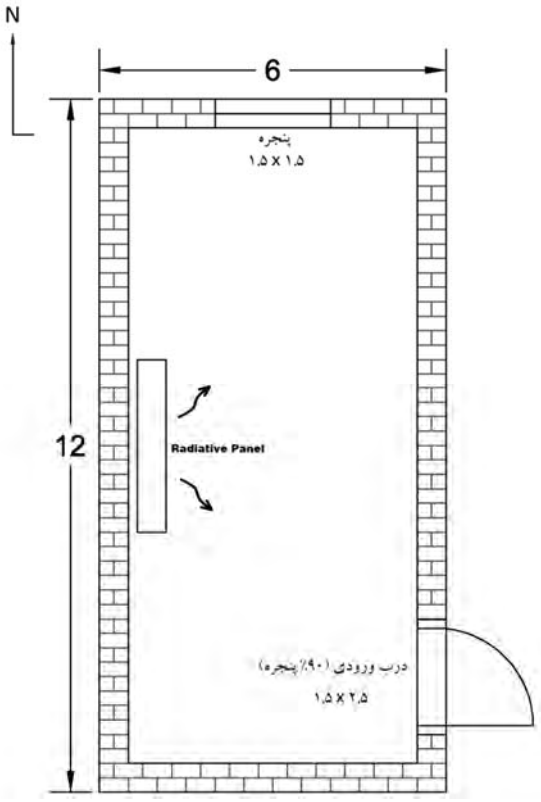
$$m_{fur} cp_{fur} \frac{dT_{fur}}{dt} = Q_{fur} + Q_{Radi,in} \qquad (۱۵)$$

$$Q_{fur} = -h_{fur} A_{fur} (T_{fur} - T_{air}) \qquad (۱۶)$$

برای حل معادلات فوق از روش های گسسته سازی تفاضل محدود پسرو استفاده می شود . پس از گسسته سازی معادلات فوق باید دستگاه معادلات حل شوند تا بردار مجهولات دما (دمای دیواره ها ، سقف و کف) و بار حرارتی بدست آید .معادلات ذکر شده برای دیواره ها ، هوا و هم چنین تجهیزات داخل اتاق به یکدیگر وابسته هستند . این وابستگی ها به این صورت است که ابتدا دمای اتاق ، شرط مرزی برای معادله انتقال حرارت هدایتی گذرای دیواره ها محسوب می شود . سپس دمای سطح دیواره ها در معادله بقای انرژی هوای اتاق وارد می شود و تشعشع بین دیواره ها و تجهیزات نیز به عنوان شرط مرزی در معادله دیواره ها و از طرفی در معادله بقای انرژی تجهیزات ظاهر می گردد .با توجه به وابستگی امکان حل همزمان معادلات سخت است . از طرف دیگر این وابستگی غیر خطی بوده و لذا باید از الگوریتم حل تکراری استفاده نمود . در الگوریتم حل در ابتدا مشخصات دیواره ها و فضا ، شرایط مرزی و اولیه و مشخصات آب و هوایی وارد می شود .سپس به ترتیب معادلات تشعشع و انتقال حرارت هدایتی دیواره ها حل می شوند زیرا به عنوان شرط مرزی برای معادلات بعدی ایفای نقش می کنند . با حل این دو معادله نیز می توان بار حرارتی و برودتی و معادله بقای انرژی را نیز حل نمود .توجه به این نکته ضروری است که پس از پایان یک مرحله کامل حل ، مقادیر دما در زمان جدید محاسبه می شود و روند بالا تکرار می شود تا منجر به همگرایی پاسخ گردد .

۳-۵ شبیه سازی سیستم تشعشعی در اتاق مسکونی

اساس شبیه سازی قانون اول ترمودینامیک است که با بکارگیری این قانون به صورت غیر دائم برای هر یک از اجزا ، می توان به معادلاتی دست یافت که حالت سیستم را تفسیر می کنند. در این شرایط معادله دیفرانسیلی که حاکم بر مسئله می باشد بدست می آید.با استفاده از روش های عددی این معادله دیفرانسیل گسسته می شود . پس از فرآیند گسسته سازی ، معادله به صورت جبری در می آید و در طی فرآیند حل تکراری به جواب نهایی همگرا می شود . در تحقیق حاضر ، برای گرمایش اتاق مسکونی از سیستم پنل تشعشعی استفاده شده است .



www.SID.ir

Archive of SID

شکل۲ : نمای کلی اتاق مسکونی با سیستم پنل تشعشعی .

۳-۶ مدل سازی سیستم پنل تشعشعی

برای تحلیل یک اتاق نمونه با مساحت ۷۲ مترمربع و ارتفاع ۳ متر در شهر تهران در نظر گرفته شده است و بارهای گرمایشی در طول روز محاسبه شدند . پلان واحد مسکونی مورد نظر را در شکل (۲) قابل مشاهده است. همانگونه که در شکل (۲) نشان داده شده است در اتاق مسکونی یک پنجره شمالی با ابعاد ۱,۵ در ۱,۵ متر و در ضلع شرقی این اتاق نیز درب با ابعاد ۱,۵ در ۲,۵ متر با ۹۰ درصد پنجره قرار دارد و پنل تشعشعی نیز در وجه غربی اتاق مسکونی واقع شده است. ورودی های برنامه یعنی داده های آب و هوایی شامل دمای هوا و شار تابش خورشید ، از اطلاعات سازمان هواشناسی ایران استخراج گردیده است .

برای معتبر سازی مدل ارائه شده نتایج برنامه عددی نوشته شده ، بارهای گرمایشی بدست آمده از کد حاضر با نتایج نرم افزار کریر و Energy - plus مقایسه شده است .

سیستم پانل تشعشعی بواسطه قابلیت مناسب انتقال انرژی حرارتی به عنوان وسیله ای مناسب برای گرمایش ساختمان ها استفاده می گردد. فرم غالب انتقال حرارت در پنل های تشعشی ، گرمایش تشعشعی می باشد و نرخ انتقال حرارت ازآن به قابلیت المان های تابشی ، دمای اتاق، دمای نقطه شبنم و... بستگی دارد. در سیستم پنل تشعشعی میزان حرارت قابل توجهی توسط المان های تابشی به داخل محیط اتاق صادر می گردد. انواع پنل های تشعشعی موجود در صنعت با توجه به سطح تشعشعی خود در دو مدل کلی پنل تشعشعی بدون درپوش و بادرپوش ارائه می گردند.

۳-۶-۱ معادلات حاکم بر پنل تشعشعی بدون درپوش

در پنل تشعشعی بدون درپوش برای راحتی فقط انتقال حرارت تابشی ، متد عمده انتقال گرما را تشکیل می دهد. نرخ خالص انتقال حرارت حالت پایدار توسط رابطه (۱۷) قابل تعیین است .

$$\boldsymbol{N = \oint \epsilon_r(\theta,\lambda)[B_r(\lambda) - R_s(\theta,\lambda)]} \qquad (۱۷)$$

که در آن $\boldsymbol{\epsilon_r(\theta,\lambda)}$ میزان صدور تشعشعی و $\boldsymbol{B_r}$ تابع پلانک برای تشعشع طیفی از جسم سیاه در دمای مطلق می باشد.میزان حداکثر توان تشعشعی در پنل تابعی مستقیم از اختلاف دما میان دمای اتاق و دمای مطلق است و از رابطه زیر پیروی می کند:

$$\boldsymbol{N_{max} = \oint[1 - \epsilon_s(\theta,\lambda)} \qquad (۱۸)$$

که در رابطه فوق داریم:

$$\boldsymbol{\epsilon_s = \frac{\oint B_a(\lambda)\epsilon_s(\theta,\lambda)}{\oint B_a(\lambda)}} \qquad (۱۹)$$

که در آن $\boldsymbol{\epsilon_s}$ ضریب صدور آسمان و$\boldsymbol{B_a(\lambda)}$ تابع پلانک وابسته به دمای مطلق هوای اتاق می باشد. راندمان یک پنل تشعشعی بدون درپوش مشابه قبل از رابطه زیر بدست می آید:

$$\boldsymbol{\eta = \frac{N}{N_{max}} = \frac{N}{(1-\epsilon_s)\sigma T_a^4}} \qquad (۲۰)$$

۳-۶-۲ معادلات حاکم بر پنل تشعشعی بادرپوش

در پنل تشعشعی با درپوش برای راحتی فقط انتقال حرارت تابشی ، متد عمده انتقال گرما را تشکیل می دهد. نرخ خالص انتقال حرارت حالت پایدار توسط رابطه (21) قابل تعیین است.

$$\boldsymbol{N = \oint[\frac{t_c(\theta,\lambda)\epsilon_r(\theta,\lambda)}{1-r_r(0,\lambda)r_r(\theta,\lambda)r_c(\theta,\lambda)}][B_r(\lambda) - R_s(\theta,\lambda)]} \qquad (۲۱)$$

که در آن $\boldsymbol{\epsilon_r}$ ضریب صدور آسمان و$\boldsymbol{B_r}$ تابع پلانک رای تشعشع طیفی از جسم سیاه در دمای مطلق می باشد.میزان حداکثر توان تشعشعی در پنل تابعی مستقیم از اختلاف دما میان دمای اتاق و دمای مطلق است و از رابطه زیر پیروی می کند:

$$\boldsymbol{N_{max} = \oint[1 - \epsilon_s(\theta,\lambda)} \qquad (۲۲)$$

که در رابطه فوق داریم:

$$\boldsymbol{\epsilon_s = \frac{\oint B_a(\lambda)\epsilon_s(\theta,\lambda)}{\oint B_a(\lambda)}} \qquad (۲۳)$$

که در آن $\boldsymbol{\epsilon_s}$ ضریب صدور آسمان و$\boldsymbol{B_a(\lambda)}$ تابع پلانک وابسته به دمای مطلق هوای اتاق می باشد. راندمان یک پنل تشعشعی بدون درپوش مشابه قبل از رابطه زیر بدست می آید:

$$\boldsymbol{\eta = \frac{N}{N_{max}} = \frac{N}{(1-\epsilon_s)\sigma T_a^4}} \qquad (۲۴)$$

توجه شود که مقادیر $\boldsymbol{t_c}$ از داخل جداول قابل محاسبه و برداشت می باشد و با توجه به شرایط حرارتی اتاق انتخاب می شود.

۴ کاربرد مفهوم بهینه سازی در تحلیل انرژی ساختمان

بخش دشوار استفاده از ابزارهای مولد برای طراحی بهینه , تعریف تابع هدف مناسب و قیود مسئله است . تحلیل های زیست محیطی معمولا زمینه های مناسبی برای طراحی در راستای هدف محسوب می شوند , چرا که می توان عملکرد سیستم را از این لحاظ در قالب های کمی ارزیابی کرد . مثلاً سطح نور داخل فضا , دمای طرح داخل , میزان مصرف انرژی به منظور تأمین روشنایی , گرمایش و سرمایش و ... همه کمیتهای قابل اندازه گیری هستند که می توان بر اساس آنها تابع هدف و قیود را ارائه کرد . مثلاً مسئله خاص مورد بررسی در این مقاله عملکرد یک ساختمان به جهت میزان روشنایی فضای داخلی و رفتار حرارتی آن را در بر می گیرد که در ارتباط با کمیتهای قابل محاسبه یا اندازه گیرند . از ابزار مولد بیشتر در مراحل پایانی طراحی استفاده می شود , چرا که در مراحل اولیه عملاً پاسخ بهینه ای وجود ندارد و در عوض محدوده وسیعی از پاسخ ها موجود است که تمامی آنها بالقوه برای مسئله مورد بررسی پاسخ های مناسبی محسوب می شوند . هر چقدر پروسه حل جلوتر می رود نیاز به بهینه سازی هم افزایش پیدا می کند ؛ چرا که تعریف دقیق تر مسئله نیازها را روشن تر می کند . مثال های متعددی را می توان به عنوان مسایل قابل حل به این روش مطرح کرد . اندازه شیشه های پنجره بر مبنای شرایط آب و هوایی و جهت قرار گیری ساختمان , انتخاب نوع شیشه یا انتخاب مصالح ساختمانی مورد استفاده در دیوارها و سقف از آن جمله اند .

۴-۲ الگوریتم ژنتیک در مسائل بهینه سازی

قبل از تشریح روش حل و ارائه نتایج بهتر است الگوریتم بهینه سازیمورد استفاده مرور مختصری شود . الگوریتم ژنتیک یکی از اعضای خانوادهٔ مدل‌های محاسباتی الهام گرفته شده از روند تکامل است. این الگوریتم‌ها راه‌حل‌های بالقوّهٔ یک مسأله را در قالب کروموزوم‌های ساده‌ای کد می‌کنند و سپس عملگرهای ترکیبی را بر روی این ساختارها اِعمال می‌کنند. الگوریتم‌های

www.SID.ir

Archive of SID

ژنتیک اغلب به عنوان روشی برای بهینه‌سازی توابع شناخته می‌شوند که البته دامنهٔ استفاده از این روش‌ها بسیار گسترده‌تر از این است .الگوریتم ژنتیک که روش بهینه‌سازی الهام گرفته از طبیعت جاندار(موجودات زنده) است که می‌توان در طبقه‌بندی‌ها، از آن به عنوان یک روش عددی، جستجوی مستقیم و تصادفی یاد کرد. این الگوریتم، الگوریتمی مبتنی بر تکرار است و اصول اولیهٔ آن همانطور که پیشتر اشاره شد از علم ژنتیک اقتباس گردیده است و با تقلید از تعدادی از فرآیندهای مشاهده شده در تکامل طبیعی اختراع شده است و به طور موثّری از معرفت قدیمی موجود در یک جمعیت استفاده می‌کند، تا حل‌های جدید و بهبود یافته را ایجاد کند. این الگوریتم در مسائل متنوعی نظیر بهینه‌سازی، شناسایی و کنترل سیستم، پردازش تصویر و مسایل ترکیبی، تعین توپولوژی و آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی و سیستم‌های مبتنی بر تصمیم و قاعده به کار می‌رود.علم ژنتیک، علمی است که دربارهٔ چگونگی توارث و انتقال صفحات بیولوژیکی از نسلی به نسل بعد صحبت می‌کند. عامل اصلی انتقال صفحات بیولوژیکی در موجودات زنده کروموزوم‌ها و ژن‌ها می‌باشد و نحوه عملکرد آنها به گونه‌ای است که در نهایت ژن‌ها و کروموزوم‌های برتر و قوی مانده و ژن‌های ضعیف‌تر از بین می‌روند. به عبارت دیگر نتیجهٔ عملیات متقابل ژن‌ها و کروموزوم‌ها باقی ماندن موجودات اَصلح و برتر می‌باشد.. اساس این الگوریتم قانونِ تکاملِ داروین (بقا بهترین) است که می‌گوید: موجودات ضعیف‌تر از بین می‌روند و موجودات قوی‌تر باقی می‌مانند. در واقع تکامل فرآیندی است که روی رشته‌ها صورت می‌گیرد، نه روی موجودات زنده‌ای که معرف موجودات رشته است. در واقع، قانون انتخاب طبیعی برای بقا می‌گوید که هر چه امکان تطبیق موجود بیشتر باشد بقای موجود امکان‌پذیرتر است و احتمال تولید مثل بیشتری، برایش وجود دارد. این قانون بر اساس پیوند بین رشته‌ها و عملکرد ساختمان‌های رمزگشایی شده آنها می‌باشد.الگوریتم ژنتیک به دلیل تقلید نمودن از طبیعت دارای چند اختلاف اساسی با روش‌های جستجوی مرسوم می‌باشد که در زیر به تعدادی از آنها اشاره می‌کنیم. الگوریتم ژنتیک با رشته‌های بیتی کار می‌کند که هر کدام از این رشته‌ها کلّ مجموعه متغیرها را نشان می‌دهد حال آنکه بیشتر روش‌ها به طور مستقل با متغیرهای ویژه برخورد می‌کنند.

الگوریتم ژنتیک برای راهنمایی جهت جستجو، انتخاب تصادفی انجام می‌دهد که به این ترتیب به اطلاعات مشتق نیاز ندارد. در الگوریتم ژنتیک روش‌های جستجو بر اساس مکانیزم انتخاب و ژنتیک طبیعی عمل می‌نمایند. این الگوریتم‌ها مناسب‌ترین رشته‌ها را از میان اطلاعات تصادفی سازماندهی شده انتخاب می‌کنند. در هر نسل یک گروه جدید رشته‌ها با استفاده از بهترین قسمت‌های دنباله‌های قبلی و بخش جدید اتفاقی برای رسیدن به یک جواب مناسب به وجود می‌آیند. با وجود اینکه الگوریتم‌ها تصادفی هستند ولی در زمره الگوریتم‌های تصادفی ساده نیستند. آنها به طور کارآمدی به اکتشاف اطلاعات گذشته در فضای جستجو می‌پردازند تا در یک نقطه جستجوی جدیدی با پاسخ‌های بهتر به سمت بهترین جواب پیش روند. هنگام پیش‌آمدسازی الگوریتم‌های ژنتیک عمل پیش‌آمدسازی ساده را نمی‌پیمایند بلکه آنها داده‌های پیشین را با تفکّرِ انتخابِ جستجویِ جدید برای رسیدن پیشرفتِ مورد نظر توأم می‌کنند. الگوریتم ژنتیک در هر تکرار چند نقطه از فضای جستجو را در نظر می‌گیرد بنابراین شانس اینکه به یک ماکزیمم محلی همگرا شود کاهش می‌یابد. در بیشتر روش‌های جستجوی مرسوم (روش گرادیان) قاعده تصمیم حاکم به این صورت عمل می‌کند که از این یک نقطه به نقطهٔ دیگر حرکت می‌کند. این روش‌ها می‌توانند در فضاهای جستجو دارای چند بیشینهٔ خطرناک باشند. زیرا ممکن است آنها به یک ماکزیمم محلی همگرا شوند. لیکن الگوریتم ژنتیک جمعیت‌های کاملی از رشته‌ها (نقاط) را تولید می‌کند سپس هر نقطه را به صورت انفرادی امتحان می‌کند و با ترکیب محتویات آنها یک جمعیت جدید را که شامل نقاط بهبود یافته است تشکیل می‌دهد. صرف نظر از انجام یک جستجو ملاحظهٔ هم‌زمانِ تعدادی نقطه در الگوریتم ژنتیک آنها را با ماشین‌های موازی تطبیق می‌سازد زیرا در اینجا تکامل هر نقطه یک فرآیند مستقل است. لذا الگوریتم ژنتیک فقط نیاز به اطلاعاتی در مورد کیفیت حل‌های ایجاد شده به وسیلهٔ هر مجموعه از متغیرها دارد، در صورتی که بعضی از روش‌های بهینه‌سازی نیاز به اطلاعات یا حتی نیاز به شناخت کامل از ساختمان مسأله و متغیرها دارند. چون الگوریتم ژنتیک نیاز به چنین اطلاعات مشخصی از مسأله ندارد بنابراین قابل انعطاف‌تر از بیشتر روش‌های جستجو است. همچنین الگوریتم ژنتیک از روش‌های جستجوی نوعی که برای راهنمایی جهت روش‌های جستجویشان از انتخاب تصادفی استفاده می‌کنند متفاوت است زیرا اگر چه برای تعریف روش‌های تصمیم‌گیری از تصادف و شانس استفاده می‌کند ولی در فضای جستجو به صورت تصادفی قدم نمی‌زند.

۲-۴ مکانیزم الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک به عنوان یک الگوریتم محاسباتیِ بهینه‌سازی با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از نقاط فضای جواب در هر تکرار محاسباتی به نحو مؤثری نواحی مختلف فضای جواب را جستجو می‌کند. در مکانیزم جستجو گرچه مقدار تابع هدف تمام فضای جواب محاسبه نمی‌شود ولی مقدار محاسبه شده تابع هدف برای هر نقطه، در متوسط‌گیری آماری تابع هدف برای هر نقطه، در متوسط‌گیری آماری تابع هدف در کلیه زیر فضاهایی که آن نقطه به آنها وابسته بوده دخالت داده می‌شود و این زیر فضاها به طور موازی از نظر تابع هدف متوسط‌گیری آماری می‌شوند. این مکانیزم را توازی ضمنی می‌گویند. این روند باعث می‌شود که جستجوی فضا به نواحی از آن که متوسط آماری تابع هدف در آنها زیاد بوده و امکان وجود نقطه بهینه مطلق در آنها بیشتر است سوق پیدا کند. چون در این روش برخلاف روش‌های تک‌مسیری فضای جواب به طور همه جانبه جستجو می‌شود، امکان کمتری برای همگرایی به یک نقطه بهینه محلی وجود خواهد داشت.

امتیاز دیگر این الگوریتم آن است که هیچ محدودیتی برای تابع بهینه شونده، مثل مشتق‌پذیری یا پیوستگی لازم ندارد و در روند جستجو خود تنها به تعیین مقدار تابع هدف در نقاط مختلف نیاز دارد و هیچ اطلاعاتِ کمکی دیگری، مثل مشتق تابع را استفاده نمی‌کند. لذا می‌توان در مسائل مختلف اعم از خطی، پیوسته یا گسسته استفاده می‌شود و به سهولت با مسائل مختلف قابل تطبیق است.

در هر تکرار هر یک از رشته‌های موجود در جمعیت رشته‌ها، رمزگشایی شده و مقدار تابع هدف برای آن به دست می‌آید. بر اساس مقادیر به دست آمده تابع هدف در جمعیت رشته‌ها، به هر رشته یک عدد برازندگی نسبت داده می‌شود. این عدد برازندگی احتمال انتخاب را برای هر رشته تعیین خواهد کرد. بر اساس این احتمال انتخاب، مجموعه‌ای از رشته‌ها انتخاب شده و با اعمال عملکردهای ژنتیکی روی آنها رشته‌های جدید جایگزین رشته‌هایی از جمعیت اولیه می‌شوند تا تعداد جمعیت رشته‌ها در تکرارهای محاسباتی مختلف ثابت باشد.

مکانیزم‌های تصادفی که روی انتخاب و حذف رشته‌ها عمل می‌کنند به گونه‌ای هستند که رشته‌هایی که عدد برازندگی بیشتری دارند، احتمال بیشتری برای ترکیب و تولید رشته‌های جدید داشته و در مرحله جایگزینی نسبت به دیگر رشته‌ها مقاوم‌تر هستند. بدین لحاظ جمعیت دنباله‌ها در یک رقابت بر اساس تابع هدف در طیّ نسل‌های مختلف، کامل شده و متوسط مقدار تابع هدف در

www.SID.ir

Archive of SID

جمعیت رشته‌ها افزایش می‌یابد. بطور کلی در این الگوریتم ضمن آنکه در هر تکرار محاسباتی، توسط عملگرهای ژنتیکی نقاطی جدید از فضای جواب مورد جستجو قرار می‌گیرند توسط مکانیزم انتخاب، روند جستجوی نواحی از فضا را که متوسط آماری تابع هدف در آنها بیشتر است، کنکاش می‌کند. بر اساس سیکل اجرایی فوق، در هر تکرار محاسباتی، توسط عملگرهای ژنتیکی نقاط جدیدی از فضای جواب مورد جستجو قرار می‌گیرند توسط مکانیزم انتخاب، روند جستجو نواحی از فضا را که توسط آماری تابع هدف در آنها بیشتر است، کنکاش می‌کند. که بر این اساس، در هر تکرار محاسباتی، سه عملگر اصلی روی رشته‌ها عمل می‌کند؛ این سه عملگر عبارتند از: دو عملگر ژنتیکی و عملکرد انتخابی تصادفی. «گلد برگ» الگوریتم ژنتیکی «جان هولند» را با عنوان الگوریتم ژنتیک ساده معرفی می‌کند؛ الگوریتم ژنتیک را از الگوریتم ژنتیک طبیعی اقتباس کردند. در فصل یک گفتیم که: بدن همه موجودات زنده از سلول‌ها تشکیل شده است و در هر سلولی دسته کروموزوم‌های یکسانی وجود دارد. کروموزوم‌ها رشته‌هایی از DNA هستند که در واقع الگویی برای تمام بدن هستند. هر کروموزومی محتوی دسته‌هایی DNA است که ژن نامیده می‌شوند و هر ژنی پروتئین خاصی را رمزگذاری می‌کند. اساساً می‌توان گفت که هر ژن، ویژگی خاصی (مثلا رنگ چشم) را رمزگذاری می‌کند. حالت‌های مختلف یک خصیصه (آبی، قهوه‌ای) آلل نامیده می‌شود. هر ژنی موقعیت خاص خود را بر روی کروموزوم دارد که این موقعیت لوکاس نامیده می‌شود. مجموعه کاملی از مواد ژنتیکی (همهٔ کروموزوم‌ها) ژنوم نامیده می‌شود. دستهٔ خاصی از ژن‌های موجود در ژنوم، ژنوتیپ نامیده می‌شود. ژنوتیپ به همراه تغییرات پس از تولّد، پایه و اساس فنوتیپ موجود زنده (ارگانیسم)، ویژگی‌های فیزیکی و ذهنی از قبیل رنگ چشم و هوش و غیره است. در تولید مثل، ابتدا ترکیب(یا تغییر) اتفاق می‌افتد. ژن‌های والدین برای ایجاد کروموزوم‌های جدید ترکیب می‌شوند. سپس جنین تشکیل شده دچار تغییر می‌شود. جهش به این معناست که عناصر DNA کمی تغییر پیدا می‌کنند و این تغییرات اغلب نتیجه نسخه‌برداری غلط از ژن‌های والدین است. میزان شایستگی موجود زنده(جنین) به واسطه بقای آن اندازه گیری می‌شود. در الگوریتم ژنتیک، مجموعه ای از متغیرهای طراحی را توسط رشته‌هایی با طول ثابت یا متغیر کدکذاری می‌کنند که در سیستم‌های بیولوژیکی آنها را کروموزوم یا فرد می‌نامند. هر رشته یا کروموزوم یک نقطهٔ پاسخ در فضای جستجو را نشان می‌دهد. به ساختمان رشته‌ها یعنی مجموعه‌ای از پارامترها که توسط یک کروموزوم خاص نمایش داده می‌شود ژنوتیپ و به مقدار رمزگشایی آن فنوتیپ می‌گویند. الگوریتم‌های وراثتی فرآیندهای تکراری هستند، که هر مرحلهٔ تکراری را نسل و مجموعه‌هایی از پاسخ‌ها در هر نسل را جمعیت نامیده‌اند.

الگوریتم‌های ژنتیک، جستجوی اصلی را در فضای پاسخ به اجرا می‌گذارند. این الگوریتم‌ها با تولید نسل آغاز می‌شوند که وظیفه ایجاد مجموعه نقاط جستجوی اولیه به نام «جمعیت اولیه» را بر عهده دارند و به طور انتخابی یا تصادفی تعیین می‌شوند. از آنجایی که الگوریتم‌های ژنتیک برای هدایت عملیات جستجو به طرف نقطه بهینه از روش‌های آماری استفاده می‌کنند، در فرآیندی که به انتخاب طبیعی وابسته است، جمعیت موجود به تناسب برازندگی افراد آن برای نسل بعد انتخاب می‌شود. سپس عملگرهای ژنتیکی شامل انتخاب ، پیوند(ترکیب)، جهش و دیگر عملگرهای احتمالیِ اِعمال شده و جمعیت جدید به وجود می‌آید. پس از آن جمعیت جدیدی جایگزین جمعیت پیشین می‌شود و این چرخه ادامه می‌یابد. معمولاً جمعیت جدید برازندگی بیشتری دارد این بدان معناست که از نسلی به نسل دیگر جمعیت بهبود می‌آید. هنگامی جستجو نتیجه‌بخش خواهد بود که به حداکثر نسل ممکن رسیده باشیم یا همگرایی حاصل شده باشد و یا معیارهای توقف برآورده شده باشد.

۴-۳ عملگرهای الگوریتم ژنتیک

۴-۳-۱ کدگذاری داده ها

این مرحله شاید مشکلترین مرحله حل مسأله به روش الگوریتم باشد. الگوریتم ژنتیک به جای اینکه بر روی پارامترها یا متغیرهای مسأله کار کند، با شکل کد شدهٔ آنها سروکار دارد. یکی از روشهای کد کردن ، کد کردن دودویی می باشد که در آن هدف تبدیل جواب مسأله به رشته‌ای از اعداد باینری (در مبنای ۲) است.

۴-۳-۲ ارزیابی

تابع برازندگی را از اِعمال تبدیل مناسب بر روی تابع هدف یعنی تابعی که قرار است بهینه شود به دست می‌آورند. این تابع هر رشته را با یک مقدار عددی ارزیابی می‌کند که کیفیت آن را مشخص می‌نماید. هر چه کیفیت رشته جواب بالاتر باشد مقدار برازندگی جواب بیشتر است و احتمال مشارکت برای تولید نسل بعدی نیز افزایش خواهد یافت.

۴-۳-۳ ترکیب

مهمترین عملگر در الگوریتم ژنتیک، عملگر ترکیب است. ترکیب فرآیندی است که در آن نسل قدیمی کروموزوم‌ها با یکدیگر مخلوط و ترکیب می‌شوند تا نسل تازه‌ای از کروموزوم‌ها بوجود بیاید.

جفت‌هایی که در قسمت انتخاب به عنوان والد در نظر گرفته شدند در این قسمت ژن‌هایشان را با هم مبادله می‌کنند و اعضای جدید بوجود می‌آورند. ترکیب در الگوریتم ژنتیک باعث از بین رفتن پراکندگی یا تنوع ژنتیکی جمعیت می‌شود زیرا اجازه می‌دهد ژن‌های خوب یکدیگر را بیابند.

۴-۳-۴ جهش

جهش نیز عملگر دیگری هست که جواب‌های ممکن دیگری را متولد می‌کند. در الگوریتم ژنتیک بعد از اینکه یک عضو در جمعیت جدید بوجود آمد هر ژن آن با احتمال جهش، جهش می‌یابد. در جهش ممکن است ژنی از مجموعه ژن‌های جمعیت حذف شود یا ژنی که تا به حال در جمعیت وجود نداشته است به آن اضافه شود. جهش یک ژن به معنای تغییر آن ژن است و وابسته به نوع کدگذاری روش‌های متفاوت جهش استفاده می‌شود.

۴-۳-۵ رمزگشایی

رمزگشایی، عکسِ عمل رمزگذاری است. در این مرحله بعد از اینکه الگوریتم بهترین جواب را برای مسأله ارائه کرد لازم است عکس عمل رمزگذاری روی جواب‌ها یا همان عمل رمزگشایی اعمال شود تا بتوانیم نسخه واقعی جواب را به وضوح در دست داشته باشیم.

۴-۳-۶ فلوچارت الگوریتم ژنتیک

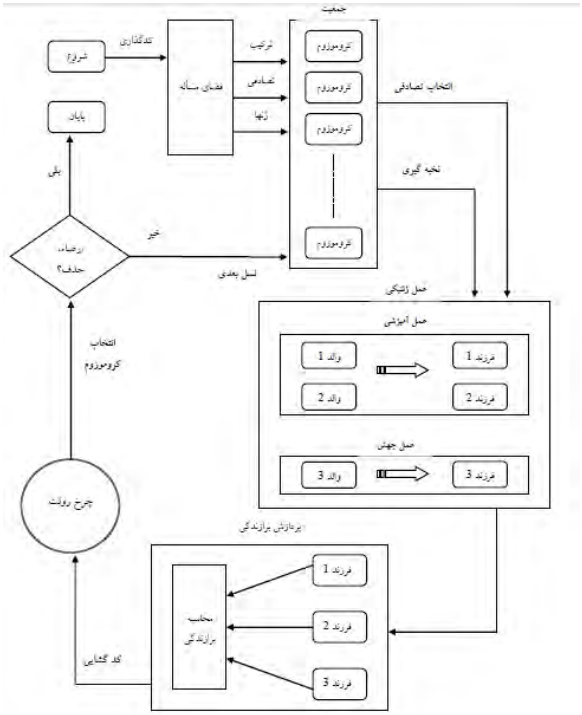
در حالت کلی وقتی یک الگوریتم ژنتیکی اعمال می‌شود چرخه معینی را طی می‌کند. ابتدا یک جمعیت اولیه از افراد به طور اتفاقی و بدون در نظرگرفتن معیار خاصی انتخاب می‌شود. برای تمامی کروموزوم‌های(افراد) نسل صفر مقدار برازش با توجه به تابع پردازش که ممکن است بسیار ساده یا پیچیده باشد تعیین می‌شود. سپس با مکانیزم‌های مختلف تعریف شده برای عملگر انتخاب زیرمجموعه‌ای از جمعیت اولیه انتخاب خواهد شد. سپس روی این افراد انتخاب شده عملیات برش و جهش در صورت لزوم با توجه به صورت مسأله اعمال خواهد شد.

حال باید این افراد که مکانیزم الگوریتم ژنتیک در موردشان اعمال شده است با افراد جمعیت اولیه (نسل صفر) از لحاظ مقدار برازش مقایسه شوند. (قطعاً توقّع داریم که افراد نسل اول با توجه به یکبار اعمال الگوریتم‌های ژنتیک روی

www.SID.ir

Archive of SID

آنان از شایستگی بیشتری برخوردار باشند، اما الزاماً چنین نخواهد بود.) به هرحال افرادی باقی خواهند ماند که بیشترین مقدار برازش را داشته باشند. چنین افرادی در مقام یک مجموعه به عنوان جمعیت اولیه برای مرحله بعدی الگوریتم عمل خواهد کرد. هر مرحله تکرار الگوریتم یک نسل جدید را ایجاد می‌کند که با توجه به اصلاحاتی که در آن صورت پذیرفته است رو به سوی تکامل خواهد داشت.



شکل ۳ : فلوچارت الگوریتم ژنتیک .

تذکر این نکته خالی از لطف نیست که هر چند الگوریتم‌های ژنتیک دارای پایه ریاضی متقن و مشخصی نیستند اما به عنوان یک مدل اجرایی و مطمئن که به خوبی نیز پیاده سازی می‌شود کارایی خود را نشان داده‌اند.

۴-۳-۷ مفهوم جمعیت الگوریتم ژنتیک

مفهوم جمعیت در الگوریتم ژنتیک شبیه به چیزی است که در زندگی طبیعی وجود دارد. برای مسأله گزاره‌هایی وجود دارند که می‌توانند به عنوان پاسخ، چه درست، چه غلط در نظر گرفته شوند. به این گزاره‌ها پاسخ‌های ممکن یا شدنی می‌گوییم. مثلاً اگر مسأله یافتن ماکزیمم یک تابع در مجموعه اعداد صحیح باشد، تمام اعداد صحیح می‌توانند به عنوان پاسخ شدنی مسأله در نظر گرفته شوند. در الگوریتم ژنتیک به عنوان اولین مرحله لازم است مجموعه‌ای از جواب‌های شدنی به عنوان جمعیت اولیه ایجاد شود. اعضای این مجموعه معمولاً به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند اما در الگوریتم‌های بهینه، از قیدهایی استفاده می‌شود تا جمعیت پراکندگی بیش از حد نداشته باشد. تعداد اعضای جمعیت به نوع مسأله بستگی دارد. در واقع تعداد اعضا پارامتری است که با تغییر آن می‌توان دقت جواب‌ها و سرعت همگرایی جستجو را بهبود بخشید. در برخی مسائل یک جمعیت ۸ عضوی کاملاً مناسب است در حالی که در برخی یک جمعیت ۱۰۰ عضوی نیز کافی نیست.

براساس تجربه بهتر است تعداد اعضای جمعیت عددی بین ۱۰ تا ۱۶۰ باشد. پس از تعیین سیستم کدینگ و مشخص شدن روش تبدیل هر جواب به کروموزوم، باید جمعیت اولیه‌ای از کروموزوم‌ها تولید نمود. در اکثر موارد، جمعیت اولیه به صورت تصادفی تولید می‌شود. اما گاهی اوقات برای بالا بردن سرعت و کیفیت الگوریتم از روش‌های ابتکاری نیز برای تولید جمعیت اولیه استفاده می‌گردد. در هر صورت عمومی‌ترین و راحت‌ترین روش، استفاده از یک رویکرد تصادفی می‌باشد. اندازهٔ جمعیت اولیه معمولاً به سایز رشتهٔ کد شده وابسته است. به عنوان مثال اگر کروموزوم‌ها دریک مسأله ۳۲ بیتی هستند، قطعاً باید جمعیت انتخابی اولیه بیشتر از حالتی باشد که کروموزوم‌ها به عنوان مثال ۱۶ بیتی هستند. معمولاً احتمال برش بین ۸۰ تا ۹۵ درصد، احتمال جهش بین نیم تا ۱ درصد و اندازه جمعیت بین ۲۰ تا ۳۰ در نظر گرفته می‌شود. آنگاه به کروموزوم‌های انتخاب شده با توجه به یک تابع برازش، مقداری حقیقی که نشان دهنده ارزش آنها است تخصیص داده می‌شود و مراحل الگوریتم‌های ژنتیک ادامه می‌یابد.

۴-۳-۸ تابع برازندگی

تابع برازندگی از اِعمال تبدیل مناسب بر روی تابع هدف یعنی تابعی که قرار است بهینه شود به دست می‌آید. این تابع هر رشته را با یک مقدار عددی ارزیابی می‌کند که کیفیت آن را مشخص می‌نماید. هر چه کیفیت رشته جواب بالاتر باشد مقدار برازندگی جواب بیشتر است و احتمال مشارکت برای تولید نسل بعدی نیز افزایش خواهد یافت. بسته به اینکه مسأله مورد نظر بیشینه‌سازی یا کمینه‌سازی باشد برازندگیِ بیشتر مترادف با بیشینه یا کمینه بودن تابع هدف خواهد بود، از آنجایی که الگوریتم ژنتیک طبیعتاً به دنبال بیشینه تابع است باید مسائل کمینه‌سازی به بیشینه‌سازی تبدیل شود.

۴-۳-۸ نقاط قوت استفاده از الگوریتم ژنتیک

اولین و مهمترین نقطه قوّت این الگوریتم‌ها این است که الگوریتم‌های ژنتیک ذاتاً موازی‌اند. اکثر الگوریتم‌های دیگر موازی نیستند و فقط می‌توانند فضای مسأله مورد نظر را در یک جهت در یک لحظه جستجو کنندو اگر راه‌حل پیدا شده یک جواب بهینه محلی باشد و یا زیر مجموعه‌ای از جواب اصلی باشد باید تمام کارهایی که تا به حال انجام شده را کنار گذاشت و دوباره از اول شروع کرد. از آنجایی که GA چندین نقطه شروع دارد، در یک لحظه می‌تواند فضای مسأله را از چند جهت مختلف جستجو کند. اگر یکی به نتیجه نرسید سایر راه‌ها ادامه می‌یابند و منابع بیشتری را در اختیارشان قرار می‌گیرد.

یکی دیگر از مزایای الگوریتم این است که آنها می‌توانند چندین پارامتر را همزمان تغییر دهند. بسیاری از مسائل واقعی نمی‌توانند محدود به یک ویژگی شوند تا آن ویژگی ماکسیمم شود و باید چند جانبه در نظر گرفته شوند.GA ها در حل این گونه مسائل بسیار مفیدند، و در حقیقت قابلیت موازی کار کردن آنها این خاصیت را به آنها می‌بخشد. و ممکن است برای یک مسأله ۲ یا چند راه‌حل پیدا شود، که هر کدام با در نظرگرفتن یک پارامتر خاص به جواب رسیده‌اند. از جمله مزایای دیگر این الگوریتم می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- با متغیرهای پیوسته و هم گسسته می‌تواند عمل بهینه سازی را انجام دهد.

۲- نیازی به محاسبه مشتق توابع ندارد.

۳- بطور همزمان می‌تواند تمامی ناحیه جستجو شونده وسیع تابع هزینه را جستجو کند.

۴- قادر به بهینه سازی مسائل با تعداد متغیرهای زیاد می‌باشد.

۵- قابل اجرا از طریق کامپیوترهای موازی است.

۶- توابع هزینه‌ای که بسیار پیچیده باشند نیز از این طریق قابل بهینه‌سازی می‌باشند و الگوریتم در اکسترمم محلی به دام نمی‌افتد.

۷- قادر است تا چند جواب بهینه را بطور همزمان به دست آورد نه فقط یک جواب.

www.SID.ir

Archive of SID

۸- الگوریتم‌های ژنتیک بر روی مجموعه‌ای از راه‌حل‌ها اعمال می‌شوند و نه بر روی یک راه‌حل خاص.

۹- قادر است تا متغیرها را کد بندی نموده و بهینه‌سازی را با متغیرهای کدبندی شده انجام دهد. کد بندی سرعت همگرایی الگوریتم را افزایش می‌دهد.

۱۰- الگوریتم توانایی کار کردن با داده‌های عددی تولید شده و داده‌های تجربی را علاوه بر توابع تحلیلی دارد

۱۱- فرآیند ارائه شده توسط الگوریتم‌های ژنتیک بر روی فضایی از مجموعه نمایندگان یا همان فضای کروموزوم‌ها اعمال می‌گردد و نه بر روی خود فضای راه‌حل‌ها.

۱۲- الگوریتم‌های ژنتیک از قوانین انتقالی احتمالی بجای قوانین انتقالی قطعی استفاده می‌کنند، بدین معنا که حرکت آن در هر نقطه از الگوریتم کاملا احتمالی بوده و بر اساس قطعیت صورت نمی‌پذیرد. این امر از مزایای مهم این روش بوده و از افتادن سیستم در کمینه محلی جلوگیری می‌نماید. البته میزان احتمال به گونه‌ای است که احتمال حرکت به سمت مسأله بیشتر از احتمال حرکت آن به سمت مخالف جواب می‌باشد.

۱۳- تنها ملاک ارزشیابی و سنجش میزان شایستگی هر راه‌حل توسط الگوریتم‌های ژنتیک، مقدار تابع شایستگی آن در فضای کروموزوم‌ها می‌باشد و نه معیارهای مورد نظر در سطح فضای راه‌حل‌ها.

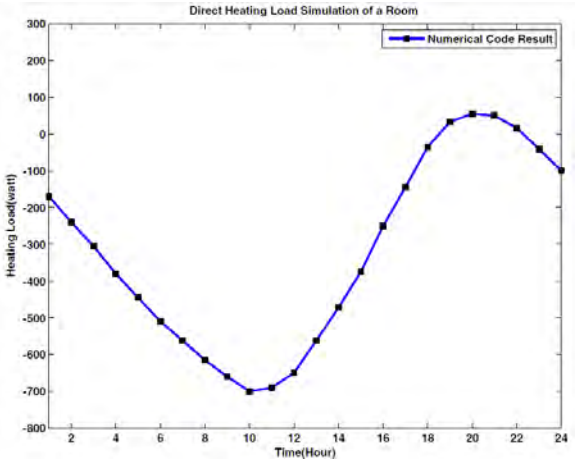
۱۴- برای حل برخی از مسائلی از رده NP-Hard نیز استفاده می‌شود.

۱۵- این الگوریتم بیشتر در مسائل بهینه سازی و امثالهم بکار می‌رود.الگوریتم ژنتیک قدرت خود را در حل مسایل پیچیده ای که روش های مبتنی بر مشتق معمولاً در حل آنها دچار اشکال شده و روی مینیمم های محلی هم گرا می گردند , نشان داده است. از الگوریتم ژنتیک در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان ها استفاده های متعددی شده است که عمدتاً به منظور یافتن اندازه بهینه سیستم ها یا نحوه کنترل آنها بوده است.

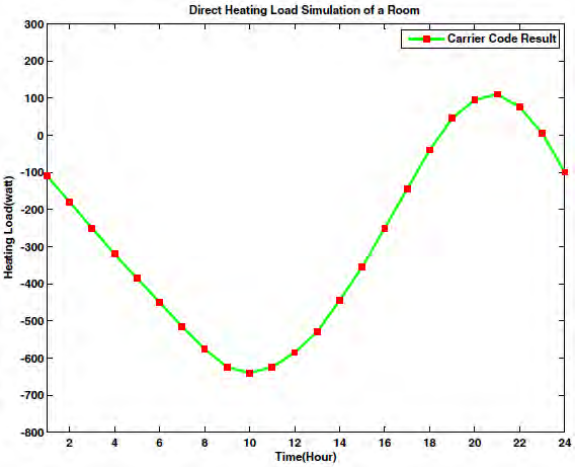
۵ ارائه نتایج شبیه سازی انرژی و بحث

در مدل استفاده شده ، معادلات موجود به صورت گذرا حل می شود که جواب یک معادله گذرا ، تابعی از شرایط اولیه آن می باشد . کلیه نتایج ارائه شده در بخش های بعدی ، نتایج حالت پایدار هستند . این بدین علت است که نرم افزاری مانند کریر ، نتایج حالت پایدار را ارائه می دهند و لذا برای مقایسه ، نیاز به اطلاعات حالت پایدار می باشد .

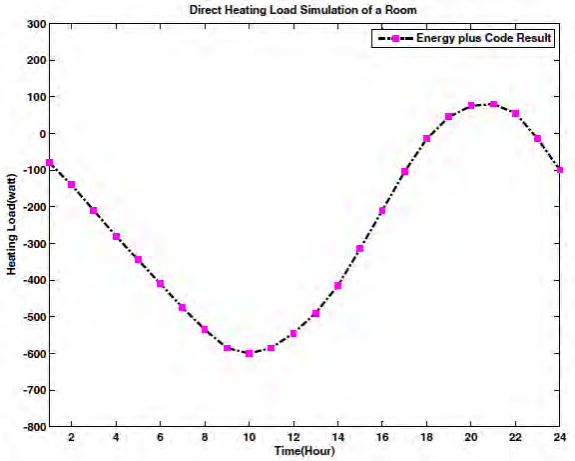
اختلاف مقادیر موجود را نمی توان به هیچ وجه دلیل بر مشکلات کد عددی حاضر دانست زیرا نرم افزار کریر و Energy - plus معادلات بقا را به طور کامل حل نمی کنند و تنها مدل ساده شده ای از آن (روش توابع انتقالی) را حل می کنند . ضرایب استفاده شده در این روش ، تجربی بوده و تنها برای ساختمان های خاصی (جنس های خاص دیوار) دقیق است و برای بقیه ساختمان ها ، ضرایب ساختمان های مشابه را استفاده می کند . لذا به طور منطقی ، تطبیق کامل نتایج کد دقیق عددی ، مورد انتظار نیست و کد کامپیوتری تولید شده ، برای محاسبات بار گرمایشی کاملا معتبر سازی شده و قابل اعتماد می باشد .



شکل ۴: نتایج تحلیل عددی بار حرارتی در اتاق با پنل تشعشعی .



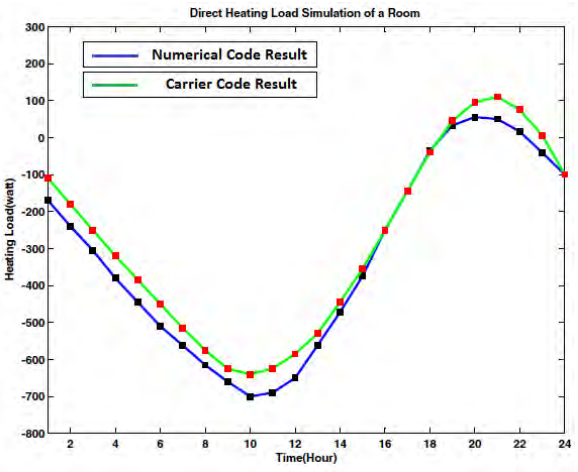
شکل ۵: نتایج تحلیل عددی بار حرارتی در اتاق با پنل تشعشعی با نرم افزار Carrier .



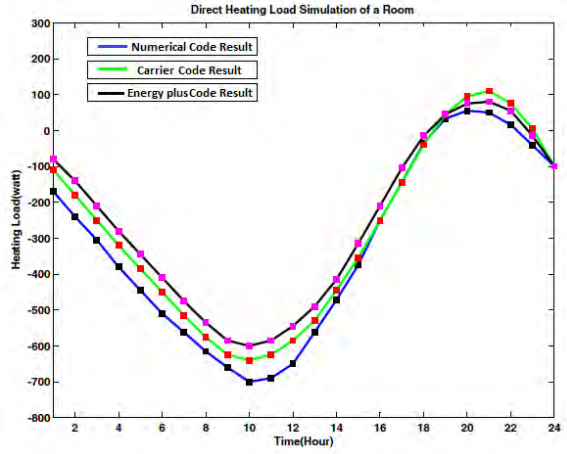
شکل ۶: نتایج تحلیل عددی بار حرارتی در اتاق با پنل تشعشعی با نرم افزار Energyplus.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷: مقایسه نتایج تحلیل بار حرارتی با روش کد عددی و نرم افزار .



شکل ۸: مقایسه نتایج تحلیل بار حرارتی با روش کد عددی و نرم افزار .

نتایج شبیه سازی بار حرارتی اتاق مسکونی نمونه در جدول ۱ ارائه گردیده است .

همانگونه که در جدول ۱ قابل مشاهده است میزان بار حرارتی مدل کد عددی ، با تقریب بهتری نسبت به نتایج دو نرم افزار تجاری Energy-plus و carrier رفتار می نماید.

همانطور که از شکل (۴) تا(۸) قابل مشاهده است میزان مصرف بار گرمایشی توسط کد عددی ، دارای مقدار بیشتری نسبت به نرم افزار carrier و Energy plus است زیرا محاسبات بار گرمایشی در نرم افزار carrier و Energy plus برای شرایط حالت پایدار صورت می گیرد . همچنین اختلاف قابل توجهی مابین نتایج حاصل از نرم افزار carrier و Energy plus نیز وجود دارد این بدان دلیل است که امکان مدل سازی مستقیم شرایط تشعشع خالص در پنل تشعشعی در نرم افزار Energy plus وجود ندارد .

الگوریتم پاسخ های بهینه را برای بار گرمایشی در اتاق مسکونی نمونه محاسبه می کند. کل فضای گسسته شده چیزی در حدود ۱۷ میلیون عدد را در بر دارد و جواب های بهینه باید از بین آنها جستجو شود . از آنجا که هدف بیشتر نشان دادن نحوه عملکرد ابزار و بهینه شدن پاسخ هاست , از وارد کردن جزئیات بیشتر اجتناب شده است.

۶ نتیجه گیری و بحث

در این تحقیق اثرات استفاده از تحلیل عددی در برآورد بار حرارتی در یک اتاق مسکونی با پنل تشعشعی بررسی گردید . بدین منظور ابتدا معادلات مربوط به بار حرارتی فضای درون اتاق مورد بررسی قرار گرفت و سپس مدل سازی عددی پنل تشعشعی تشریح گردید.

نقطه قوت این تحقیق استفاده از الگوریتم بهینه سازی ژنتیک ، از بین تعداد زیادی داده بدست آمده از روش حل عددی ، مقادیر بهینه پارامتر بار حرارتی در جداول ۱ ارائه گردید و برای بررسی صحت نتایج ، مقایسه ای ضمنی مابین نتایج تحقیق حاضر و مرجع ۱۳ انجام پذیرفته است .

نتایج نشان از قدرت بالای این روش و موید مزایای برشمرده شده برای آنند . این نتایج نشان می دهند که با شروع از یک جمعیت اولیه با انحراف زیاد در الگوی طرحها , الگوریتم کم کم هم گرا شده و پاسخ های بهینه یا نزدیک به بهینه را ارائه می کند. برای اجراهای مختلف پاسخهای متفاوتی به دست می آید که حاکی از وجود ترکیب های مختلفی برای جواب است که همگی استانداردهای مورد نظر را برآورده می کنند. به این ترتیب اطلاعات ارزشمندی از آن می تواند طرحهای جایگزین را با در نظر گرفتن شرایط و محدودیت های دیگر مسئله را در اختیار داشته باشد.

نتایج موجود در این تحقیق نشان از بهبود دقت نتایج محاسبات بواسطه استفاده از الگوریتم های بهینه سازی را در فرآیند تحلیل مصرف انرژی در ساختمان ها را دارد .

در بررسی پاسخ ها دو نکته حائز اهمیت به چشم می آید:

- بهره وری از سیستم های تشعشعی در تامین آسایش حرارتی ساکنین ساختمان ها باعث کاهش میزان مصرف انرژی گرمایی مصرفی در ساختمان ها می شود . بنابراین می توان از این نوع سیستم به عنوان جایگزینی مناسب برای سیستم های سنتی تاسیسات حرارت مرکزی و تهویه مطبوع در نظر گرفت. از جمله دیگر مزایای دیگر آن ، هزینه اولیه و راه اندازی و نگهداری آن نسبت به سیستم های سنتی حرارت مرکزی و تهویه مطبوع است .

- تفاوت زیادی بین نتایج پیشنهاد شده برای راستاهای مختلف وجود دارد که با آنچه در واقع اعمال می شود تفاوت زیادی می کند. در عمل مهندسین ساختمان معمولا بر اساس میزان ساکنین خانه ، موقعیت آب و هوایی و جغرافیایی و نوع سیستم حرارتی اقدام به طراحی و محاسبه بار حرارتی ساختمان می کنند و سیستم گرمایشی متناسب با آن را پیشنهاد می کنند که چنان که دیده می شود , لااقل به جهت مصرف انرژی بهینه نیست و با اندازه گیری از این نتایج می توان بهبود زیادی در مصرف انرژی ایجاد نمود.

- پاسخ های غیر منتظره ای ارائه شده است که احتمالا به چشم یک مهندس HVAC و با لحاظ کردن اثرات مصرف انرژی هم نمی آید . بعید است مهندسی محاسبه بار گرمایشی بوسیله یک روش عددی همراه با کمک الگوریتم های بهینه سازی را روشی جهت کاهش مصرف انرژی بداند , در حالی که پاسخ بهینه واقعاً چنین شرایطی را دارد! این تاییدی است بر آن نکته که استفاده از قدرت محاسبه و پردازش کامپیوتر می تواند پاسخ هایی را ارائه کند که حتی طراحان با تجربه هم در نگاه اول آن را نمی بینند . نکته آخر این که هدف از این مقاله ارائه ابزار جدیدی است که طراحی را در راستای هدف جلو می برد و مسئله ای که مورد بررسی قرار گرفته صرفاً به عنوان مثالی برای نشان دادن قابلیت ابزار حل بهینه سازی می باشد و به همین دلیل ساده سازی های متعددی نیز برای آن در نظر گرفته شده است.

۷ مراجع

[1] J. L. M., Hensen, (1998). Modeling and simulation for HVAC design and

www.SID.ir

Archive of SID

performance evaluation. Available: http://www.starth.ac.uk

[2] Iranian Fuel Conservation Organization (IFCO). (2006). Available: http://www.ifco.ir/building/buildingindex.ap

[3] National Iranian Gas Company (NIGC). (2003), Internal Unpublished Report.

[4] De carli, M., Scarpa, M., Tomasi, R. and Zarrella, A., "A Numerical model for Thermal balance of a room equipped with Radiant systems," Building and Environment, Vol. 57, pp. 126-144, 2012.

[5] P.Sadooghi,C.Aghanajafi,"Thermal analysis for transient radiative cooling of a conducting semitransparent layer of ceramic in high-temperature applications ",Elsevier Journal ,Volume 47, Issue 3, 2006 .

[6] C. Aghanajafi, V. Vandadi , M.R. Shahnazari, "Investigation of convection and Radiation Heat transfer In Rhombus Microchanels" , International Communication in heat and mass transfer, 2009.

[7] S. C. M., Hui, and K. P., “Cheung, Application of building energy
simulation to air conditioning design,” in Proc. Mainland-Hong Kong
Seminar’98, Beijing, China, March 1998, pp. 12-20.

[8] S. C. M., Hui, “Simulation based design tools for energy efficient
buildings in Hong Kong,” Hong Kong Papers in Design and
Developments, vol. 1, 1988, pp. 40-46.

[9] Stephenson, D.G., Mitalas, G.P. "Cooling load calculations by thermal response factor method ," ASHRAE Transactions, 73(1): pp. 509-515, 1967

[10] Kusada, T.,"summery of recent activities on Building simulation analysis in North America," proceedeing of Building Simulation , Sattle, pp.1-14, Aug. 1985.

[11] Pedersen, C.O, Fisher, D.E. and Liesen, R.J, " A Heat balance based cooling loads calculation procedure," ASHRAE Transactions , 103(2): pp. 459-468, 1967.

[12] Hensen, R., Auer, H., and Biermay, p., "on system simulation for building performance evaluation," proceedind of Forth IBPSA world congress on Building simulation'95, Madison, pp.259-267, 1995.

[13] Andersen, K.K., "Stochastic modeling of energy systems," Department of Mathmatical Modeling , The Technical university of Denmark, PHD Thesis, 2001 .

[14] Baoping, X.U., Lin, F.U., and Hongfa, D.,"Dynamic Simulation of space heating systems with Radiators controlled by TRV sib buildings", Energy and Buildings, Vol. 40, pp.1755-1764, 2008 .

[15] Tzivanidis, C., Antonopoulos, K.A., and Gioti, F., "Numerical simulation of cooling energy consumption in connection with Thermostat operation mode and comfort requirements for the Athens buildings," Aplied Energy , Vol. 88, pp. 2871-2884, 2011 .

[16] Mcquistin, F.C. and Spitler, J.D., "Cooling and Heating Load Calculation Manual", ASHRAE, 1992.

www.SID.ir