مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الهندسية المجلد (17) العدد (3) 1995
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (17) No (3) 1995

البحث في خفض الكلفة التأسيسية لأنظمة التدفئة المركزية وتوفير الطاقة الحرارية من خلال معيار (Criterion) جديد.

الدكتـــور نديـــم مخيـــبر*
الدكتـــور علـــي ســـلامي**

❐ الملخص ❐

يتم تصميم واختيار تجهيزات التدفئة المركزية على أساس درجة حرارة خارجية تصميمية تحس لكل منطقة من خلال المعطيات المناخية وانطلاقا من قيم دنيا لدرجات الحرارة في فصل الشتاء في المنطقة المعينة، وينتج عن هذا الإختيار أنظمة كبيرة للتدفئة المركزية باستطاعات لا يستفاد من معظمها إلا فترات قصيرة خلال العام، ويترافق هذا بكلفة تأسيسية عالية وفقد في الطاقة الحرارية وزيادة في تلوث البيئة.

ويهدف هذا البحث إلى خفض الكلفة الأساسية لأنظمة التدفئة المركزية، والحد من الهدر في الطاقة الحرارية.

وسعيا وراء هذا الهدف ينطلق البحث في تحليله للمسألة من المعطيات المناخية لمدينة دمشق فيدرسها كمثال بطريقة يمكن تعميمها على أية منطقة أخرى.

وقد استطعنا من خلال هذا البحث وضع أسس علمية موضوعية لاختيار تجهيزات التدفئة المركزية وفق معايير جديدة توصلنا إليها من خلال دراسة نظرية معمقة وتحليل هادف للمعطيات المناخية.

وكان لا بد من اقتراح نموذج جديد لتغطية الحاجة إلى الطاقة الحرارية في فصل الشتاء فتم وضع النموذج وأجريت له دراسة فنية واقتصادية.

وتتيح نتائج هذا البحث حساب المعايير الخاصة بأية منطقة ووضع النموذج الأكثر ملاءمة.

كما يلاقي معيار الاستطاعة السائدة الذي تم التوصل إليه من خلال الدراسة النظرية المشار إليها، تطبيقات هامة في مجالات أخرى خارج إطار هذا البحث.

* أستاذ في قسم هندسة القوى الميكانيكية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق - دمشق - سورية.
** أستاذ مساعد في قسم هندسة القوى الميكانيكية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق - دمشق - سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (17) العدد (3) 1995
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (17) No (3) 1995

A Study on Reducing the Establishing Cost of the Central Heating Systems and Saving the Thermal Energy by Using a New Criterion

Dr. Nadim MOUKHAIBER*
Dr. Ali SALAMI**

❐ Abstract ❐

Central heating equipments are usually designed and tested using an external temperature degree, commuted for every region based on the climate data, especially the minimum temperature degrees in winter, in a specific area. This method of design results in high capacity central heating systems, where most of the power is not utilized except during short periods in the year. This design method is associated with high establishment cost and, loss in the thermal energy and contamination.

This paper introduces a study that aims to reduce the establishment cost of the central heating systems and the loss in thermal energy. To achieve this goal, this paper analyses the problem using the climate data of Damascus city as an example, in a way that can be generalized to other areas.

Through this study, we could put objective scientific basis for choosing the equipments of central heating systems according to new criteria we reached through deepened theoretical study and analysis of the climate data.

In order to cover the need for heating energy in winter, proposing a new model was inevitable. Therefore, a model has been proposed and an economical and technical study has been conducted using this model. The results of the research presented in this paper enable us to compute the special standards for any region and reach the most convenient model.

The "common power" criterion we reached in the theoretical study presented in this paper, may find its applications to other areas outside the scope of this research.

* Professor at Department of Power Mechanical Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University, Damascus, Syria.

** Associate Professor at Department of Power Mechanical Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University, Damascus, Syria.

1- مقدمة:

تعتبر التدفئة المركزية بالماء الساخن الحل الأفضل والأكثر شيوعا لتغطية حاجة التجمعات السكانية الكبيرة والصغيرة من الطاقة الحرارية والبالغة 70% من مجمل الطاقة المستهلكة في البلدان الباردة وحوالي 50% من مجمل الطاقة المستهلكة في قطرنا وفي البلدان المعتدلة المناخ.

وعند حساب أنظمة التدفئة المركزية فإن حساب الأحمال الحرارية للمباني التي سيتم تدفئتها يشكل الخطوة الأساسية الأولى، وانطلاقا من نتائج هذه الحسابات يتم اختيار الشبكة المناسبة وحسابها وكذلك حساب استطاعة وأبعاد التجهيزات المناسبة واختيارها.

وتنطلق عملية حساب الضياعات الحرارية كما هو معروف من معطيات أساسية لا بد منها وهي المعطيات الخاصة بالبناء(المخطط المعماري والإنشائي، نوع البناء، الموقع، توجيه البناء)، وكذلك المعطيات المناخية للمنطقة وأهمها طبيعة وسرعة الرياح وشدة الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة التصميمية الخارجية.

إن كافة مركبات الضياع الحراري في الأبنية(سواء تلك الناتجة عن الإنتقال عبر الحواجز المحيطة، أو عن التهوية أو عن التسرب وحتى الإضافات) تتناسب طردا مع فارق درجات الحرارة الداخلية والتصميمية الخارجية ($\Delta t= (t_i - t_e)$ وهذا يمكن استنتاجه مباشرة من العلاقات التي تتم من خلالها حساب الضياعات الحرارية، وبذلك يمكن التوصل إلى النتيجة البسيطة التالية:

- إن درجة الحرارة التصميمية الخارجية هي العامل الأساسي المحدد لاستطاعة كافة تجهيزات أنظمة التدفئة المركزية. وتعمل هذه الأنظمة بكامل الإستطاعة التصميمية لها فقط عندما تبلغ الحرارة الخارجية الدرجة الحسابية التصميمية.

إن تصميم واختيار تجهيزات التدفئة المركزية على أساس درجة الحرارة التصميمية الخارجية ينتج عنه كلفة تأسيسية عالية وفقد كبير في الطاقة الحرارية وزيادة في تلوث البيئة وبحثنا هذا يهدف إلى خفض الكلفة التأسيسية لأنظمة التدفئة المركزية من خلال اختيار تجهيزات هذه الأنظمة، انطلاقا من معيار(Criterion) جديد وباستطاعات أقل، مما سيؤدي(بالإضافة إلى الوفر في الكلفة التأسيسية) إلى التقليل من الضياعات في الطاقة الحرارية، ويمكن تعويض العجز في توليد الطاقة الحرارية بمنابع أقل كلفة وأقل تلويثا للبيئة.

وهنا يطرح السؤال التالي، ما هي نسبة المدة التي يعمل بها نظام التدفئة باستطاعة قريبة من الإستطاعة التصميمية؟ يمكن صياغة السؤال بشكل آخر: ما هي نسبة الطاقة الحرارية المتولدة في محطات التدفئة المركزية باستطاعة قريبة من الإستطاعة التصميمية إلى كامل الطاقة الحرارية المولدة خلال فصل تدفئة كامل؟.

و هل هناك استطاعة تنتج عندها المحطة الحرارية قيمة أعظمية من الطاقة الحرارية اللازمة لكامل الفصل؟.

إن التوصل إلى إجابات علمية على هذه الأسئلة سيضع أساسا لاختيار أنظمة التدفئة المركزية بكلفة تأسيسية منخفضة إلى حد بعيد. كما سيحقق وفرا ملحوظا في الطاقة المستهلكة.

2- مفهوم الإستطاعة السائدة:

لا شك أن الفترة الزمنية التي تبلغ فيها درجات الحرارة الخارجية القيمة التصميمية الحسابية لها هي فترة صغيرة. لكن ما هو المعيار الذي يحدد ذلك؟ وكيف يمكن إيجاد معيار كهذا ذا فائدة؟.

لإيضاح المسألة لا بد من الانطلاق من الشروط المناخية لمنطقة محددة، وأهم هذه الشروط هنا هي درجات الحرارة الوسطية خلال فصل تدفئة كامل.

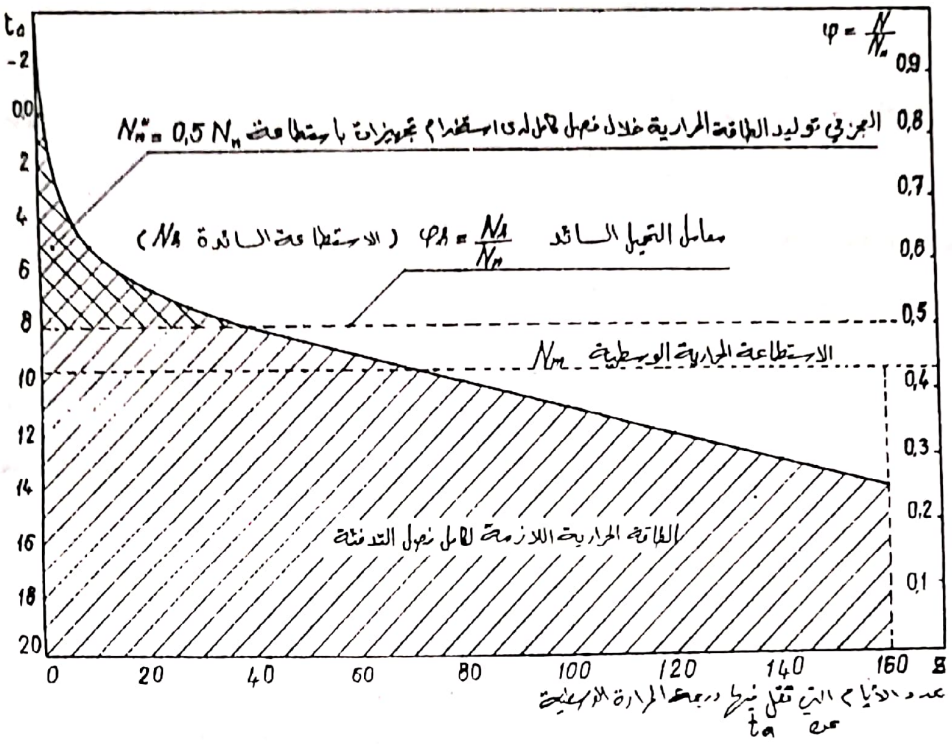
في الشكل -1- تم إنشاء منحني يمثل الكثافة الإحصائية الوسطية لدرجات الحرارة الخارجية لمدينة دمشق خلال فصل تدفئة كامل اعتمادا على[1]، [2]. تمثل نقاط المنحني عدد الأيام خلال العام التي تقل فيها درجة الحرارة الوسطية الخارجية عن درجة الحرارة الخارجية المبينة في المخطط.

يمثل بعد المنحني عن الخط (φ = 0)، المنطبق مع الخط ($t_a = t_i = 20$) فارق درجات الحرارة ($\Delta t = (t_i - t_a)$).

إن الاستطاعة الحرارية اللازمة للتدفئة تتناسب مع هذا الفارق[3]، [4]:

$N = C (t_i - t_a)$ (1)، (C - عامل التناسب).

وهكذا فإن المنحني يمثل التابع ($N=N(z)$)، أي الاستطاعة كتابع زمني ويمكن حساب الطاقة الحرارية اللازمة لفصل التدفئة كاملا من العلاقة التالية:



الشكل (1): الكثافة الاحصائية الوسطية لدرجات الحرارة الخارجية لمدينة دمشق.

$$Q_{tot} = \int_0^{\tau} N(Z)dz \quad (2)$$

ولكن التابع المبين في الشكل(1) هو

$\varphi=\varphi(z)$

$$\varphi(Z) = \frac{N(Z)}{N_n} \quad (3)$$

φ-درجة التحميل لمحطة التدفئة المركزية.

τ-مدة فصل التدفئة الكامل.

وهكذا لدى معرفة الإستطاعة التصميمية لمحطة التدفئة يمكن بسهولة ايجاد التابع N(z) من العلاقة $N(z)=N_n.\ \varphi(z)$

N_n- الإستطاعة التصميمية للمحطة.

وعندها يأخذ التكامل في العلاقة(2) الشكل التالي:

$$Q_{tot} = \int_0^{\tau} Nn.\varphi(Z)dz$$

أو $$\frac{Q_{tot}}{N_n} = \int_0^{\tau} \varphi(Z)dz \quad (4)$$

وهذا التكامل يمثل المساحة المحصورة بين المنحني والخط $\varphi=0$ أي أن هذه المساحة تمثل كمية الطاقة الحرارية اللازمة لفصل التدفئة كاملا، بمقياس معين لإنها تمثل القيمة $\frac{Q_{tot}}{N_n}$.

أما الإستطاعة الوسطية فيمكن حسابها من العلاقة التالية:

$$N_m = \frac{\int_0^{\tau} N(Z)dz}{\tau} \quad (5)$$

$$\varphi_m = \frac{N_m}{N_n} = \frac{\int_0^{\tau} \varphi(z)dz}{\tau}$$ أو(6)

وبإجراء التكامل تخطيطيا نجد φ_m=0.433 و

لكن $N_m=\varphi_m.N_n$

أو(7) N_m=0.433N_n

تمثل المساحة المهشرة الواقعة تحت خط الإستطاعة الوسطية شكل-1- كمية الطاقة الحرارية التي تولدها محطة تدفئة مركزية باستطاعة تصميمية $N_n' = 0{,}433N_n$ وتمثل المساحة المهشرة الواقعة فوق خط الإستطاعة الوسطية العجز في توليد الطاقة الحرارية لمحطة كهذه خلال فصل كامل.

يمكن إيجاد نسبة العجز من خلال النسبة بين المساحة التي تمثل العجز والمساحة التي تمثل الطاقة الحرارية اللازمة لفصل تدفئة كامل، بعد إيجاد هاتين المساحتين نجد أن النسبة تبلغ 8.5%.

من الواضح أن فترة عمل المحطة باستطاعات قريبة من N_n صغيرة جدا وبالتالي فإن كمية الطاقة المولدة بهذه الإستطاعات قليلة أيضا.

ما هي قيم معامل التحميل φ التي تنتج عندها المحطة الحرارية القسم الأعظم من الطاقة الحرارية اللازمة لكامل الفصل؟.

أو بمعنى آخر: ما هي الإستطاعة التي تنتج عندها المحطة الحرارية أكبر كمية من الطاقة الحرارية؟.

هذه الإستطاعة سنطلق عليها تسمية"الإستطاعة السائدة" وسنرمز لها بـ (N_h) وعليه فهناك معامل تحميل سائد:

$$\varphi_h = \frac{N_h}{N_n}$$ (8)

3- معيار الإستطاعة السائدة:

للإجابة عن السؤال الوارد في نهاية الفقرة السابقة ننطلق من تعريف الإستطاعة وهي القدرة المصروفة في واحدة الزمن أو:

$$N(Z) = \frac{dQ}{dZ} \Rightarrow dQ = N(Z)dZ$$

$$Q = \int N(Z)dZ$$ أو(9)

ولتسهيل رسم منحنيات معممة و تعميم النتائج فإنه من الأفضل صياغة العلاقة السابقة بلا مقاييس، ومن أجل ذلك ندخل ما يلي:

$$\overline{Z} = \frac{Z}{\tau}, \overline{Q}\frac{Q}{Q_n}, \varphi(Z) = \frac{N(Z)}{N_n}$$ (10)

Qn- كمية الطاقة الحرارية التي تولدها المحطة عندما تعمل باستطاعتها التصميمية كاملة طيلة فصل التدفئة.

$Q_n=N_n.\tau$(11)

من العلاقات(10) ينتج أيضا:

$$d\overline{Z} = \frac{dZ}{\tau}, d\overline{Q} = \frac{dQ}{Q_n}, d\varphi(Z) = \frac{dN(Z)}{N_n}$$ (12)

نعوض من العلاقات(10) و(12) في العلاقة(9) فنجد:

$$Q = \int N(Z)dz = \int N_n.\varphi(z).d\bar{z}.\tau \quad (13)$$

وبتعويض قيمة $N_n.\tau$ من(11) في العلاقة(13) نجد:

$$Q = \int Q_n.\varphi(z).d\bar{z} \Rightarrow \frac{Q}{Q_n} = \int \varphi(z).d\bar{z}$$

أو(14) $\overline{Q} = \int \varphi(z).d\bar{z}$

والآن نبحث عن المجال [φ+ε , φ-ε] الذي ينتج عنده المحطة قيمة أعظميه من الطاقة.

من أجل ذلك لا بد من المتحول في التابع السابق على الشكل التالي:

$$\overline{Q} = \int \varphi(z)d\bar{z} = \int \varphi(z)\frac{d\bar{z}}{d\varphi}d\varphi = \int h(\varphi)d\varphi \quad (15)$$

حيث: $h(\varphi) = \varphi\frac{d\bar{z}}{d\varphi}$

التابع (h(φ) يمثل الإستطاعة كتابع التحميل φ وذلك لإن تكامل هذا التابع يمثل كمية الطاقة المولدة حسب العلاقة (15).

وهكذا أصبح البحث هو عن قيمة لمعامل التحميل φh بحيث تتحقق العلاقة التالية:

$$\delta\,\overline{Q}_{max} = \int_{\varphi_h-\varepsilon}^{\varphi_h+\varepsilon} h(\varphi)d\varphi \quad (17)$$

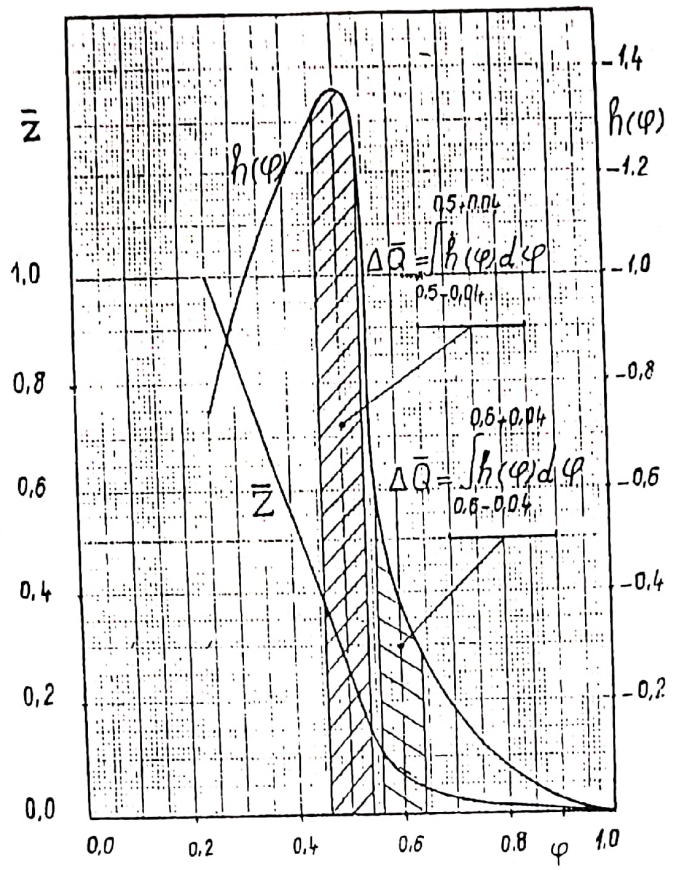
لإجراء التكامل تخطيطيا ومن ثم إيجاد قيمة φh لا بد من إيجاد التابع h(φ) ورسمه ويتم في البداية ايجاد التابع $(\varphi(\bar{z}))$ وهذا ممكن من التابع φ(z) الشكل1-1 حيث تتم قراءة قيمة لـ Z من أجل كل قيمة لـ φ ثم تحسب القيمة $\bar{Z} = \frac{Z}{\tau}$.

ومن التابع $(\varphi = \varphi(\bar{z}))$ يمكن إيجاد التابع العكسي $\bar{Z} = \bar{Z}\varphi$ ورسمه الشكل (2).

وبالإستعانة بهذا التابع يمكن إيجاد التابع

$$h(\varphi) = \varphi\frac{d\bar{z}}{d\varphi}$$

ورسمه كما في الشكل (2) أيضا.



الشكل (2): يبين العلاقة بين كل من الاستطاعة والزمن اللابعد يين $(\bar{Z}, h(\varphi))$ ومعامل التحميل φ.

من التابع(h(φ)) يمكن الاستنتاج بسهولة أن أكبر قيمة لتكامل هذا التابع في مجالات متساوية لـ φ تقع في المجال [0.5- , 0.5+ε] [εأي أن:

$$\delta\,\bar{Q}_{\max} = \int_{0,5-\varepsilon}^{0,5+\varepsilon} h(\varphi)d\varphi$$

وهذا يعني أن معامل التحميل السائد φh=0.5 ومن العلاقة(8) نجد:

$N_h=\varphi_h.N_n$

أي أن الإستطاعة السائدة لمدينة دمشق

$N_h=0.5N_n$

4- الإستطاعة السائدة و خفض الكلفة الأساسية لأنظمة التدفئة المركزية:

كم ستغطي محطة حرارية باستطاعة تصميمية مختارة $N_n'' = N_h = 0{,}5N_n$ من الطاقة الحرارية اللازمة لفصل تدفئة كامل؟ وما هو العجز في توليد الطاقة الحرارية لمحطة كهذه خلال هذا الفصل؟:

بالعودة الى الشكل-1- يلاحظ أن العجز الذي تمثله المساحة الواقعة فوق الخط φ=0.5 أي $N=0.5N_n$ وبإيجاد هذه المساحة ثم حساب النسبة بينها وبين كامل

المساحة المهشرة في الشكل والتي تمثل الطاقة الحرارية اللازمة لفصل تدفئة كامل نجد أن هذه النسبة تبلغ 4.8% فقط.

في الشكل-2- تمثل المساحة المهشرة حول φ=0.5 كمية الطاقة المولدة باستطاعة قريبة من N_h بينما تمثل المساحة المهشرة حول φ=0.6 كمية الطاقة المولدة من أجل استطاعة $N=.06N_n$ والفارق واضح هنا من أجل أي قيمة أخرى لـ φ .

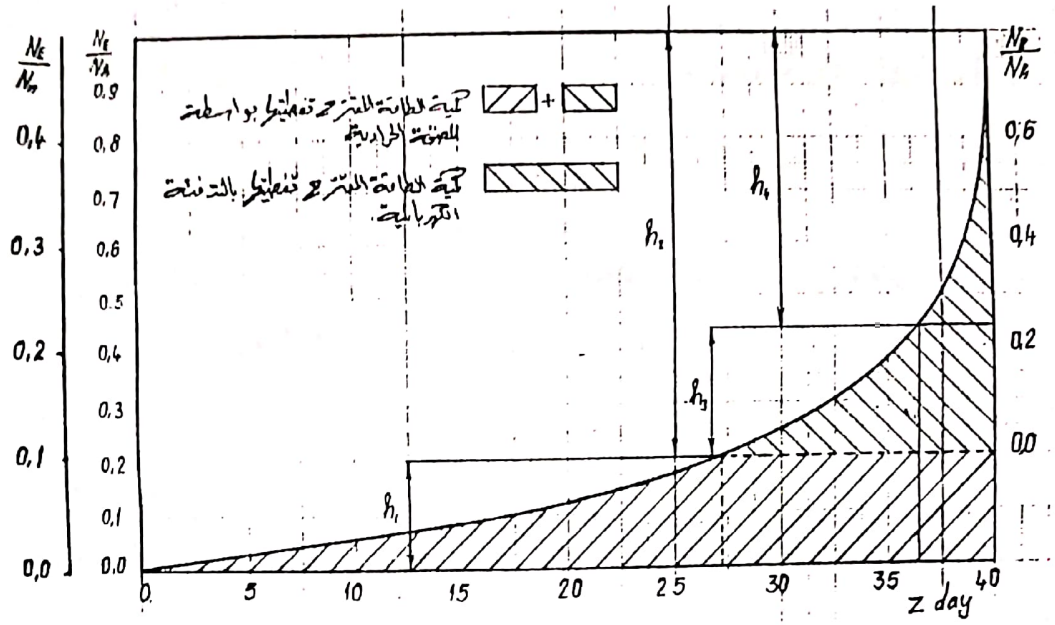
إن اختيار محطة تدفئة مركزية باستطاعة تصميمية مساوية لنصف الإستطاعة التصميمية التي يتم حسابها بالطريقة التقليدية سيؤدي الى عجز في توليد الطاقة الحرارية خلال فصل تدفئة كامل لا يتجاوز 5% من كمية الطاقة اللازمة.

وسيؤدي الى توفير في الكلفة التأسيسية يصل الى 50% ويمكن تغطية العجز الصغير في الطاقة الحرارية اللازمة بوسائل تدفئة نظيفة(كالطاقة الكهربائية مثلا) لإن التكلفة ستكون صغيرة أيضا.

5- تغطية العجز في التغذية بالطاقة الحرارية:

إن العجز في التغذية بالطاقة الحرارية في النموذج المقترح لا يتجاوز5% من الطاقة الحرارية اللازمة لفصل تدفئة كامل ومع ذلك فإن إستطاعة التجهيزات التي ستغطي هذا العجز تعادل إستطاعة أجهزة التدفئة المركزية في النموذج المقترح أو50% من الإستطاعة التصميمية N_n الشكل-3-.

يبين الشكل مقدار الاستطاعة الإضافية اللازمة خلال فترة العجز كتابع لزمن هذه الفترة. يلاحظ أن فترة الحاجة الى استطاعة إضافية تصل الى 40 يوما إلا أن الاستطاعة الإضافية



الشكل(3): الاستطاعة الاضافية اللازمة خلال فترة العجز كتابع لزمن العجز بالأيام

اللازمة خلال فترة 27 يوماً من أصل(40) (المعبر عنها بـ h_1) لا تتجاوز $0.2N_h$ أو $0.1N_n$ حيث تتراوح الإستطاعة الإضافية اللازمة خلال هذه الفترة بين الصفر و $0.1N$ تبلغ الإستطاعة الوسطية اللازمة $0.08N_h$ أو $0.04N_n$ وتستطيع تجهيزات كهذه أي باستطاعة $0.1N_n$ تغطية 0.7 من النقص الكلي في الطاقة الحرارية أي ما مقداره $0.7\times0.05=0.035Qtot$ أو 3.55% من كمية الطاقة الحرارية اللازمة لفصل تدفئة كامل.

أمّا الفترة المتبقية والبالغة (13) يوماً فتحتاج الى استطاعة تتراوح بين 0.1 N_n و $0.5N_n$ أو بين $0.2N_h$ و N_h وتبلغ قيمة العجز خلال هذه الفترة -5% $3.5\%-1.5\%Qtot$ أي 1.5% فقط من كمية الطاقة الحرارية اللازمة لفصل تدفئة كامل.

ولكي تتم تغطية النقص في الطاقة الحرارية بشكل علمي واقتصادي فإننا نقترح حلين أحدهما للأماكن المكيفة صيفاً والآخر للأماكن المدفأة شتاءً فقط.

أولاً- الأماكن المكيف صيفاً:

نقترح هنا استخدام أجهزة تكييف مجهزة للعمل كمضخة حرارية حيث ستعمل شتاءً لفترات قصيرة نسبياً وبمردود حراري عال إذ أن الإستطاعة الحرارية المستفادة من استطاعة كهربائية قدرها 1 KW، لا تقل عن 3 KW ولمّا كان المردود الحراري لتوليد الطاقة الكهربائية هو بحدود 40% والضياع في الشبكة حوالي20% محلياً ولايتجاوز الـ 10% عالمياً، فإن المردود الحراري لاستهلاك الطاقة الكهربائية

مباشـــرة يبلـــغ $\eta_e=0.4\times0.8=0.32$ وعنـــد استخدام المضخة الحرارية فإن المـــردود الكلـــي يصـــل الـــى $\eta_{tot}=0.32\times3=0.96$ وبمقارنة هذا المردود مع المردود الكلي لنظام التدفئة المركزية(حيث يبلغ مـردود المرجل حوالي 80% وتصل الضياعات فـي الشبكة الى 20% ليعمل النظام بمـردود كلـي $\eta_h=0.8\times0.8=0.64$ نجد أن الوفـر بالطاقـة يصل الـى 50% هذا بالإضافة الـى نظافـة الطاقة في هذه الحالة مما يـؤدي الـى خفض التلوث. تجدر الإشـارة هنـا الـى أن استخدام أجهزة التكييف المركزية التي تعمل كمضخة حرارية، لن يؤدي إلا الى زيـادة طفيفـة فـي التكلفة التأسيسـية، يمكـن عمليـا عـدم أخذهـا بالاعتبـار، وبمقارنـة بسـيطة لكلفـة واحـدة الطاقة فـي حـالتي التدفئـة المركزيـة العاديـة والمضخة الحرارية نجد ما يلي:

ينتج عن كل Kg 1 وقـود(مـازوت) طاقـة حراريـة بحـدود KW.h 7ولمـا كـان سـعر كيلـو المـازوت، فـي القطـر العربـي السوري، يبلـغ حوالـي سـبع ليرات سـورية فإن كلفة KW.h 7 في حالة التدفئة المركزية تبلـغ حوالـي ليرة سورية واحـدة أمـا فـي المضخة الحرارية فإنه مقـابل كـل KW.h 1 كهربائي ينتج KW.h 3 طاقـة حراريـة علـى الأقل وهكذا فإن نسبة الكلفة تبلـغ 33% فقـط ويبلغ الوفر بحدود 200%.

يجب أن تكون الإستطاعة الحرارية العظمـى N_E لـهذه التجـهيزات الإضافيـة مساوية لـ 50% مـن الإستطاعة التصميمية Ne.

ثانيا-للأماكن المدفأة تدفئـة مركزيـة عاديـة فقط:

نقترح لهذه الأمـاكن تغطيـة النقـص عن طريق استهلاك الطاقة الكهربائية بشكل مباشر ولكـي تكـون فـترة الحاجـة الـى هـذه المصادر الحرارية الإضافيـة أقـل مـا يمكـن الشكل (3)، فإننـا نقـترح إختيـار تجـهيزات تدفئة مركزية باستطاعة أعلى قليـلا مـن N_h أو باسـتطاعة $0.6N_n$ بـدلا مـــن $0.5N_n$ أي بزيادة معبر عنها بـ h_1 في الشكل (3).

إن هذه الزيادة الطفيفة في اسـتطاعة يجـهيزات التدفئـة المركزيـة سـتؤدي الـى خفض فـترة العجـز الـى أقـل مـن 13 يومـا خـلال فصـل التدفئـة، كمـا سـيؤدي الـى انخفـاض العجـز مـن Qtot 5% الـى 1.5%Qtot كما بينا في الفقرة السابقة.

سـتكون اسـتطاعة التجـهيزات الكهربائيـة اللازمـة $Ne=0.4N_n=0.8N_h$ (h_2 فـي الشكل3) تجـهيزات كـهذه سـتعمل لمـدة حوالي 13 يوما، ولكنها ستعمل لمدة عشـرة أيام باستطاعة ($0\div h_2$) (وتتراوح بين الصفر و 30% مـن اسـتطاعتها الفعليـة)، وسـتعمل لفـترة ثلاثـة أيـام فقـط خـلال فصـل التدفئـة

باستطاعة تتراوح بين 30% و 100% من استطاعتها الفعلية($h_3 \div h_4$).

إنّ كلفة التدفئة المباشرة بالطاقة الكهربائية يمكن استنتاجها من خلال التحليل البسيط الوارد في الفقرة السابقة فقد تبين أن كلفة واحدة الطاقة في الحالتين متساوية إذ يبلغ ثمن 1 KW.h من الطاقة الكهربائية في قطرنا الليرة السورية الواحدة، كما تبلغ كلفة إنتاج 1 KW.h من الطاقة في أنظمة التدفئة المركزية القيمة نفسها أيضاً.

إن قصر المدة التي ستعمل خلالها تجهيزات التدفئة الكهربائية، والتي لا تتجاوز 13 يوماً يمنع من ظهور أيّة سلبيات هامّة لوسائل التدفئة الإضافية هذه، لاسيّما أنها ستعمل معظم هذه الفترة، كما ذكرنا، باستطاعات صغيرة.

إن تغطية 1.5% من الطاقة الحرارية اللازمة للتدفئة عن طريق استهلاك الطاقة الكهربائية بشكل مباشر، هو بالتأكيد أكثر اقتصادية من اختيار أنظمة تدفئة مركزية باستطاعة مضاعفة، ويكفي هنا أن نشير الى أن الضياعات الحرارية في شبكة التدفئة المركزية التي تبلغ حوالي 20% يمكن تخفضها بنسبة لا تقل عن 7%، من خلال اختيار نظام باستطاعة($N=(N_h+10\%)$ وعندها سيبلغ الوفر المباشر 7%.

هذا بالإضافة الى الوفر الكبير في التكلفة التأسيسية الذي يمكن بسهولة حساب أثره على كلفة التدفئة بشكل عام.[5]، [6]

6- النتائج:

1-قمنا من خلال هذا البحث بوضع أساس علمي لخفض الكلفة التأسيسية لأنظمة التدفئة المركزية بنسبة تصل الى 50% مقابل عجز فعلي في أدائها لا يتجاوز 5% من كمية الطاقة اللازمة لفصل تدفئة كامل.

2-يحقق النموذج المقترح وفراً جيداً في الطاقة الحرارية لا يقل عن 10% من كمية الطاقة اللازمة لفصل تدفئة كامل وذلك من خلال انخفاض كلفة إنتاج وحدة الطاقة الحرارية وانخفاض الضياعات الحرارية في شبكة التدفئة المركزية.

3-من خلال الدراسة النظرية في الفقرتين 2و3 تم التوصل الى طريقة يمكن بواسطتها إيجاد الإستطاعة السائدة لأي منطقة من خلال معيار الإستطاعة السائدة وانطلاقاً من متوسط درجات الحرارة خلال فصل تدفئة كامل وهي في كل الأحوال بين 40 و 60% من الإستطاعة التصميمية الحسابية.

4-لمعيار الاستطاعة السائدة تطبيقات أخرى في مجال التدفئة والتكييف لم يتطرق لها البحث ويمكن أن تكون موضوع بحث مستقل.

REFERENCES المراجع

[1]- المرجع المناخي الزراعي للجمهورية العربية السورية، وزارة الدفاع، مديرية الأرصاد الجوية، سوريا 1970.

[2]- سجلات وأرشيف مديرية الأرصاد الجوية-وزارة الدفاع-الجمهورية العربية السورية.

[3]- Ivanov, W." *Heating, vetilation and air-conditioning*", Sofia 1978.

[4]- Kraft, G."*Heizungs-und Klimatechnik*", Dresden 1982.

[5]- Laakso, H."*Handbauch der technischen Gebaeudeausruestung*", Duesseldorf 1976.

[6]- Munser, H."*Fernwaeermeversorgung*", Leipzig 1980.