Sadaa Al-qalum Journal
مجلة صدى القلم
Online-ISSN: 3104-6371
مجلة صدي القلم للعلوم الإنسانية والتطبيقية

حساب القدرة الحرارية اللازمة لتدفئة غرفة في المنطقة الجبلية من ليبيا (دراسة نظرية)

Calculation of the thermal energy required for heating houses in the western region of Libya a theoretical study

محمد مصباح الهرامة د. أسامة علي كريوه د. سعيد احمد سعيد السيفاو
قسم التقنية الكيميائية ,كلية العلوم والتقنية جادو
mmh197791@gmail.com

Received: 15. 11, 2025 Accepted: 22. 11, 2025 Published: 02 .12, 2025

الملخص .

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد معدل انتقال الحرارة (القدرة الحرارية) لتدفئة غرفة ذات مساحة محددة في المناطق الجبلية من ليبيا للوصول إلى درجة حرارة داخلية مقدارها (C°25)، وهي درجة تعتبر مناسبة للراحة الحرارية وفق بعض الدراسات الحديثة في مجال الاستدامة (Sustainability, 2024) ,حيث تم تقسيم درجة الحرارة الخارجية ضمن المدى من (C°0) إلى (C°20) إلى خمس مراحل متدرجة لتحليل تأثير تغير الظروف المناخية على الحمل الحراري المطلوب. اعتمدت الدراسة على القوانين الأساسية لانتقال الحرارة (التوصيل الحراري) إضافة إلى تطبيق مبادئ القانون الثاني للديناميكا الحرارية بصورة نظرية , حيث أسفرت النتائج عن اشتقاق منحنى يوضح العلاقة بين درجة الحرارة الخارجية ومعدل انتقال الحرارة اللازم لتعويض الفقد الحراري (الشكل 2) وتحقيق الاستقرار الحراري داخل الغرفة. وأظهرت النتائج وجود علاقة عكسية بين درجة الحرارة الخارجية والقدرة الحرارية المطلوبة (الشكل 3)، حيث تزداد الحاجة إلى التدفئة كلما انخفضت درجة الحرارة الخارجية خيت تساهم هذه الدراسة في تحديد القدرة الحرارية المناسبة لتفادي مشكلتين أساسيتين:

1- نقص التدفئة الذي يؤثر سلبًا على الراحة والصحة.
2- الزيادة غير الضرورية في استهلاك الطاقة بما ينعكس سلبًا على الجانب الاقتصادي.

الكلمات المفتاحية :- انتقال الحرارة بتوصيل - المقاومة الحرارية - التوصيل الحراري - درجة الحرارة - واراحة الحرارية للإنسان .

Abstract:

This study aims to determine the rate of heat transfer (required heating power) needed to warm a room of a specified area in the mountainous regions of Libya to reach an indoor temperature of (25°C), which is considered suitable for thermal comfort according to recent studies in the field of sustainability (Sustainability, 2024.(

The outdoor temperature range from (0°C) to (20°C) was divided into five gradual stages to analyze the effect of changing climatic conditions on the required heating load. The study was based on the fundamental laws of heat transfer (thermal conduction), in addition to the theoretical application of the second law of thermodynamics. The

results led to the derivation of a curve illustrating the relationship between outdoor temperature and the rate of heat transfer required to compensate for heat loss and maintain thermal stability inside the room.

The findings showed an inverse relationship between outdoor temperature and the required heating power, as the need for heating increases when the outdoor temperature decreases.

This study contributes to determining the appropriate heating capacity to avoid two main issues:

Insufficient heating, which negatively affects comfort and health.

Unnecessary increase in energy consumption, which adversely impacts the economic aspect

.

المقدمــة :-

يعد علم انتقال الحرارة من العلوم المهمة في دراسة القدرة الحرارية وكيفية التعامل معها , وتحولاتها بين الاجسام مثل معادلة التوصيل الحراري (لعالم الرياضيات الفرنسي جوزيف فوريير 1822) وهي المعادلة الاساسية في هذه الورقة ,وتستخدم هذه المعرفة في حياتنا اليومية في جميع المجالات الصناعية و الهندسية والتبريد حيث يقدم هذا العلم الالية التي تنتقل بها الحرارة بين الاجسام نتيجة لاختلاف درجات حرارتها , ويقدم تحليلا رياضيا وتفسيرا طبيعيا لها لا سيما انتقال الحرارة بالتوصيل (conduction) حيث الطاقة الحركية للجزي الساخن تكون اعلي من الطاقة الحركية للجزي البارد ,حيث وجد علميا ان الطاقة المنتقلة من نقطة الي اخري تعتمد علي الفرق بين درجتي حرارة النقطتين المتصلتين فكلما كان الفرق بين درجتي الحرارة ($\Delta T = T_1 _ T_2$)كبير تكون كمية الطاقة المنتقلة الي النقطة الابرد كبيرة, كذألك تعتمد علي المسافة او سمك الجدار ($\Delta X = X_1 - X_2$) فكلما كان كبيرا او المسافة كبيرة تكون كمية الطاقة المنتقلة صغيرة , كذاك المساحة (A) والزمن(t) , علية فان اهمية هدة الورقة تكمن في المحافظة علي الطاقة و توضيح القيمة الحقيقية الواجب صرفها من القدرة لجعل المنازل دافئة بشكل جيد دون اسراف او تقتير, مما قد يسبب امراض البرد المعروفة في تلك المناطق ,ونحن هنا في صدد الاجابة عن سؤال كم تحتاج غرفة مثل المستهدفة من قدرة حرارة مع تغير درجة الحرارة الخارجية لكي تصل الي 25 مئوي .

منهجية الدراسة :

اشكالية الدراسة : مع الانخفاض الحاصل في درجة الحرارة في فصل الشتاء ,في المناطق الجبلية من ليبيا (الجبل الغربي والجبل الاخضر), حيث تصل درجة الحرارة لصفر المئوي, يزداد الطلب علي الطاقة الحرارية, ونضرا لعدم وجود انابيب التدفئة الغازية العمومية, وعدم وجود عوازل حرارية للجدران يضطر المواطن لشراء طاقة زائدة لغرض التدفئة, دون دراية بكمية الطاقة الحرارية الازمة لتدفئة منزلة, حيث يستهلك طاقة اقل من المطلوبة فيعرض نفسة لا مراض البرد بأنواعها (خاصة الاطفال وكبار اسن) كما يعرض المنزل لرطوبة التي بدورها تسبب التعفن داخل المنزل بسبب الفطريات (journal of fungi 2022) او يستهلك طاقة اكثر من حاجته فيسبب ضررا اقتصاديا علي الدولة .

اهداف الدراسة :-

1- حساب القدرة الحرارية الازمة لتدفئة الحجرة المستهدفة في نطاق الدراسة في فصل الشتاء دون زيادة واهدار او تقتير ضار .
2- حساب كمية الطاقة الكهربائية المطلوبة لتغطية القدرة الحرارية الناقصة في حدود الدراسة
3- هل يمكن الاستغناء عن العوازل الحرارية في المنطقة المستهدفة .
4- رسم بياني يوضح العلاقة بين القدرة الحرارة الواجب انفاقها مع التغير في درجة الحرارة الخارجية في نطاق الدراسة .

الدراسات السابقة:-

1- دراسة في مجلة (sustainability 2024) المجلد 16 رقم 9 المقالة رقم 3864 .

وجد الدراسة ان درجة الحرارة التي يشعر بها الانسان بالراحة حوالي 25.7 مئوي لسكان المباني في مدينة (haikou)

2- دراسة اجرية في ليبيا calculation of annual heating and cooling energy requirements for residential billings in Libya

شملة الدراسة عدده مناطق من ليبيا ثم حساب كمية الحرارة المفقودة سنويا, وهي تحسب المعدل العام لحساب كمية الحرارة المفقودة حيث تشير الي الفقد الحراري السنوي .

3- Investigation on the winter thermal environment and heating demand ام (مجلة)sustainability

وجدة الدراسة ان الحرارة غالبا منخفضة جدا في غرفة الجلوس بسبب قصر مدة تشغيل التدفئة .

4- Energy analysis for net zero residential building cade study

حيث درسه الحمل الحراري في المباني السكنية في بغداد والمقارنة مع وجود وعدم وجود عازل حراري حيث ترتكز الدراسة علي العزل الجيد.

5- The impact of indoor air temperature on the executive functions of human brain and the phy siologcal responses of body.

(انضر) تشير مثل هذه الدراسات بان درجة الحرارة اقل من 18 درجة مئوية هي اقل درجة حرارة معتدلة يحتاجها جسم الانسان دراسة (PubMed)

6- hoaxing wu and Jonathan woon chung Wong المتآلفون Temperature vers relative

وهي تدرس تأثير درجة الحرارة مقابل الرطوبة النسبية في نمو العفن داخل المباني وهي شير الي اهمية هذا البحث من حيث رفع الاستهلاك الحراري .

كما تشير الدراسات السابقة الي ان سمك مادة الجدار العازل والتي هي في هذه الورقة سمك الجدار العادي فقط توادي الي انخفاض ملحوظ في قيمة (U) معامل التوصيل الحراري مما يقلل من استهلاك الطاقة اللازمة للتدفئة (Amer,2019).

نطاق الدراسة :

المنطقة الجبلية من ليبيا (الجبل الغربي والجبل الاخضر) كما يمكن تعميم الدراسة في مناطق اخري تنخفض فيها درجة الحرارة في فصل الشتاء الي الصفر المئوي .

الإطار النضري :-

تم اخذ كل المعطيات من الواقع الموجود في نطاق الدراسة من سمك الحوائض (ثلاث طبقات) وسمك خرسانة الاسقف, ودرجات الحرارة في تلك المناطق في فصل الشتاء, كما اعتمده الدراسة بشكل اساسي علي علم انتقال الحرارة (انتقال الحرارة بتوصيل والمقاومة الحرارية والتوصيل الحراري ودرجة الحرارة واراحة الحرارية للإنسان)وقانون فوريير ومعادلته والقوانين الخاصة بانتقال الحرارة عبر جدار يحتوي علي طبقات وطبقة الخرسانة لسقف, حيث اهتمت الدراسة بغرفة داخل نطاق الدراسة وهي الاكثر شيوعيا في تلك المناطقة , بطول 5 متر وعرض 4 متر وارتفاع 3.20 متر , مع سقف خرساني مسلح بسمك 10 سنتيمتر, وتتكون الحوائط من ثلاث طبقات علي التوالي , طبقة اسمنتية سمك 0.015 متر , وطوب اسمنتي سمك 0.2 متر, ثم طبقة داخلية اسمنتية بسمك 0.015 متر , (بشكل نضري) مع فرض ان درجة الحرارة الداخلية هي 25^{o} (sustainability 2024) تكون درجة الحرارة الخارجية في فصل الشتاء تبدي من 0^{o} الي 25^{o} مئوي , تمت كل الحسابات بشكل يدوي واخد المجاهيل من الجداول الخاصة (introduction to heat transfer) حيث يعتمد الفقد الحراري علي قانون فوريه المعروف (shaalan,. 2023)

الفرضيات :-

العدد	الفرضيـــــة
1	انتقال الحرارة مستقر في كل مرحلة من مراحل الحسابات (steady state)
1	الحوائط معرضة مباشرة لعوامل الطقس وهو الحاصل في معظم تلك المناطق
2	اهمال انتقال الحرارة عبر الارضية للغرفة وعبر النوافذ والباب

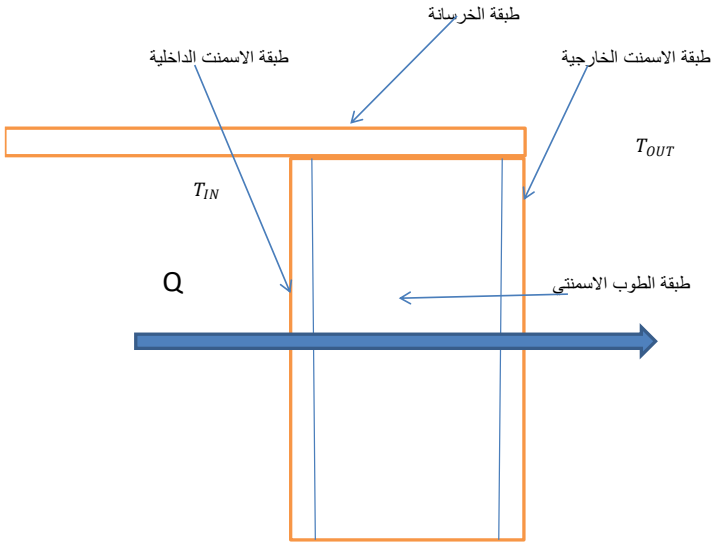
3	حائط الغرفة من ثلاث طبقات فقط أي بدون عازل وهوا الحاصل في معظم تلك المناطق
5	الحجم المستهدف حسابه غرفة حجمها (5 متر طول) و(4 متر عرض) (وارتفاع 3 متر) وهي الغرفة الشائعة في تلك المناطق
4	تقسيم فترت تغير درجة الحرارة الي خمس فترات
5	درجة الحرارة المراد الوصول اليها هي 25^o درجة مئوية
6	اهمال انتقال الحرارة بالحمل الحراري وكذألك انتقال الحرارة بالإشعاع

طريقه البحث:-

قياس درجات الحرارة في الفترة الشتوية في المنطقة الغربية من بداية فصل الشتاء شهر(11 -2024) الي نهاية الفصل (4- 2024) , وهي الاشهر التي تنخفض فيها درجة الحرارة بشكل واضح , وحيث ان معظم المباني في تلك المناطق مكونة من ثلاث طبقات طبقة اسمنتية ثم طوب اسمنتي ثم طبقة اسمنتية والاسقف خراسانية , مع اهمال انتقال الحرارة بالحمل , واهمال التسريب الحراري عبر الارضية دالك بسبب وضع الاقمشة السميكة علي الارضية (البساط) والاسفنج الذي يغطي اكثر من 25% من الارضية بالإضافة الي السجاد حيث يعتبر هذا عازل حراري جيد و النوافذ وهي في العادة نافذة واحدة متر مربع واحد في الغالب ايضا يمكن اهمالها والباب حيث انه غير معرض للحرارة الخارجية مباشرة فهوا في الغالب داخل المنزل, اذا يستخدم معامل الانتقال الحراري الكلي لتمثيل المقاومة الحرارية الكلية للجدار متعدد الطبقات ويعد مؤشر مهم في تقييم كفائه العزل الحراري للمباني (amer ,2019),حيث تم حساب المقاومة الحرارية لطبقات الثلاث مع الخرسانة من العلاقة التي تعبر عن المقاومة بدلالة السمك ومعامل التوصيل الحراري والمساحة حيث يوضح الشكل (1) الية انتقال كمية الحرارة خارج الغرفة مع انخفاض درجة الحرارة الخارجية (T_{OUT}) كذألك استخدمت القدرة بدل الطاقة لا نها لحضيه, فمعي تغير الزمن ليسي بضرورة تغير درجة الحرارة في الزيادة .

ملاحظة (المعادلات الرياضية تكتب من اليسار الي اليمين)

(كل الاشكال رسمة عبر برنامج word and excel)



الجدول ادناه يوضح الرموز والقيم والوحدات التي استخدمت واستنتجت من الحسابات والجداول الخاصة بي معدلات التوصيل الحراري .

جدول الرموز والقيم والوحدات

العدد	الرمز	الاسم	الوحدة والقيمة
1	L_2	الطوب الاسمنتي (2)	m 0.25
2	L_1	قشرة الاسمنت الداخلي (1)	0.02 m
3	L_3	قشرة الاسمنت الخارجي (3)	0.25 m
4	L_4	السقف الخرساني (4)	10 m
5	A	المساحة الكلية للحوائط	57.6m^2
4	K_1	معامل التوصيل الحراري لطبقة الاسمنت الخارجية	1.5$w/m.k$
5	K_2	معامل التوصيل الحراري لطبقة الاسمنت الداخلية	$w/m.k$ 1.5
6	K_3	معامل التوصيل الحراري لطبقة الخرسانة	1.8$w/m.k$
7	K_4	معامل التوصيل الحراري لطبقة الطوب الاسمنتي	0.72$w/m.k$
8	A_S	المساحة الكلية لسطح الخرساني	m^2 20
9	R_{TOTAL}	المقاومة الحرارية الكلية	0.36704$m^2\ k/w$
10	T_{in}	درجة الحرارة الداخلية	c^0 25
11	T_{OUT}	درجة الحرارة الخارجية	- 15^0 -10^0 - 5^0-0^0)C^0 (20^0
12	ΔT	فرق درجات الحرارة $(T_{in} - T_{OUT})$	°C
13	U	معامل انتقال الحرارة الكلي	2.724$w/m^2\ k$
14	R_1	المقاومة الحرارية لقشرة الاسمنت الداخلي	$m^2\ k/w$ 0.01152
15	R_2	المقاومة الحرارية لطوب الاسمنت	$m^2\ k/w$ 0.288
16	R_3	المقاومة الحرارية لقشرة الاسمنت الداخلية	$m^2\ k/w$ 0.1152
17	R_4	المقاومة الحرارية للخرسانة اسقف	$m^2\ k/w$ 0.056
18	Q_1	القدرة الحرارية الواجب توفرها عندما تكون درجة الحرارة الخارجية (0^0)	5284.56 W
19	Q_2	القدرة الحرارية الواجب توفرها عندما تكون درجة	4227.64 W

	الحرارة الخارجية (5^0)		
20	القدرة الحرارية الواجب توفرها عندما تكون درجة الحرارة الخارجية (10^0)	Q_3	2113.824W
21	القدرة الحرارية الواجب توفرها عندما تكون درجة الحرارة الخارجية (15^0)	Q_4	3170.736 W
22	القدرة الحرارية الواجب توفرها عندما تكون درجة الحرارة الخارجية (20^0)	Q_5	W 1056.912

القانون العام للمقاومة الحرارية للجدار (amer ,2019).

$$R_{N=\frac{L_N}{K_N}}$$

المقاومة الكلية لانتقال الحرارة من الجدار والخرسانة.

$$R_{TOTAL} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

حساب انتقال الحرارة من العلاقة .

$$Q = \cup \times A(T_{in} - T_{OUT})$$

اختصار القوانين المستخدمة في الحسابات مع النتائج

$$(1)\ R_1 = \frac{L_1}{K_1} = 0.01152 m^2\ k/w$$

$$(2)\ R_2 = \frac{L_2}{K_2} = 0.288 m^2\ k/w$$

$$(3)\ R_3 = \frac{L_3}{K_3} = 0.01152 m^2 k/w$$

$$(4)\ R_4 = \frac{L_4}{K_4} = 0.056 m^2 k/w$$

$$R_{TOTAL} = 0{,}36704$$

$$Q_1 = \cup \times A \times (T_{IN} - T_{OUT}) = 5284.56\ W$$

$$Q_2 = \cup \times A \times (T_{IN} - T_{OUT}) = 4227.64\ W$$

$$Q_3 = \cup \times A \times (T_{IN} - T_{OUT}) = 2113.824\ W$$

$$Q_4 = \cup \times A \times (T_{IN} - T_{OUT}) = 3170.736\ W$$

$$Q_5 = U \times A \times (T_{IN} - T_{OUT}) = 1056.912\ W$$

التغير في درجة الحرارة ثابت (STADY STAT) من 0^0 الي 25^0 حيث قسمت الي خمس فترات , درجات الحرارة تم تقسيمها الي (20^0-15^0-10^0- 5^0-0^0) وهي درجات الحرارة المقاسة في فصل الشتاء في تلك المناطق .

معامل انتقال الحرارة الكلي :-

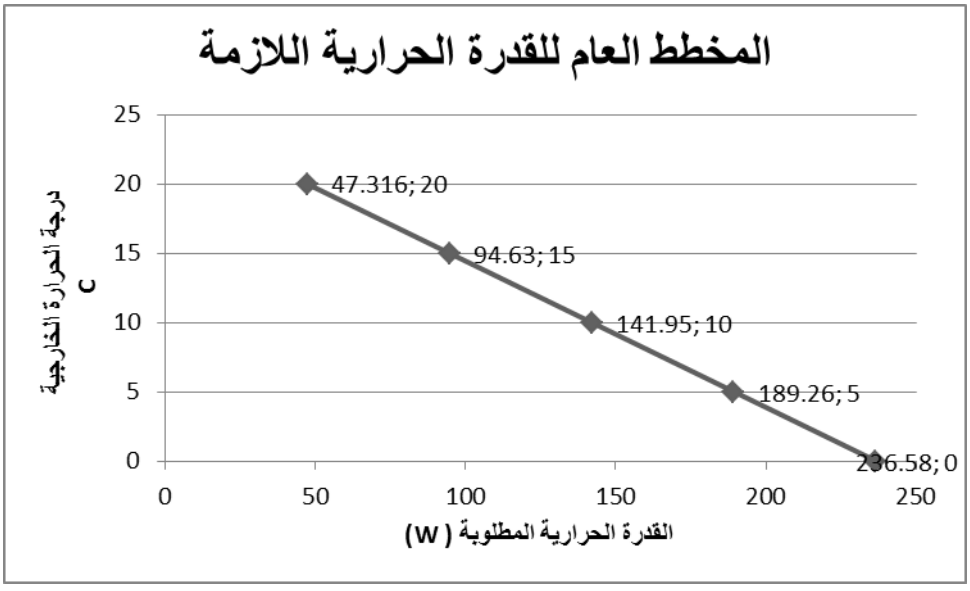
$$U = \frac{1}{R_{TOTAL}} = 2.724\, w/m^2 k$$

جدول القدرة الحرارية الواجب توفيرها او المفقودة يقابلها درجة الحرارة الخارجية.

القدرة الحرارية (W)	5284.56	4227.64 W	2113.82 W	1170.736 W	1056.9123 W
درجة الحرارة الخارجية (T) C^0	0	5	10	15	20

(الشكل3)

يوضح الجدول أعلاه ان التغير في درجة الحرارة الخارجية يجب ان يصاحبها تغير في القدرة الحرارة الداخلية , بحيث يغطي العجز الحاصل نتيجة لتسرب الحرارة خارج الغرفة , حيث التغير ملحوظ داخل الحجرة ضمن حدود الفرضيات المعتمدة في هذه الدراسة حيث يوضح الجدول ان العلاقة تكون طردية بين القدرة الحرارة المطلوبة وفرق درجات الحرارة بين داخل الحجرة وخارجها حيث يزيد الطلب علي القدرة الحرارة كلما قلت درجة الحرارة الخارجية



الشكل (2)

رسم يوضح العلاقة الخطية بين القدرة الحرارة المطلوبة ودرجة الحرارة الداخلية المراد رفعها الى C^0 25 درجة مئوية في حال عدم استخدام العوازل في نطاق الدراسة.

النتائـج :-

تم حساب القدرة الحرارية اللازمة لتدفئة الحجرة عند درجة حرارة داخلية ثابتة (C°25) وخارجية غير ثابتة.

أظهرت النتائج أن القدرة الحرارية المطلوبة تختلف باختلاف درجة الحرارة الخارجية، وقد تم تقسيمها إلى خمس حالات ضمن المجال (20°C°0)، كما هو موضح في الجدول والمنحنى البياني المرافق (الشكل 2) و(الشكل 3)، حيث تبين أن القدرة الحرارية المطلوبة تتناقص كلما ارتفعت درجة الحرارة الخارجية، حيث بلغت أقصاها عند (C°0) وأدناها عند (C°20).

عند مقارنة النتائج بالمدافئ الكهربائية الشائعة الاستخدام (بقدرة تقارب 2200 واط)، تبيّن أن القدرة المتوفرة أقل من القدرة الحرارية المطلوبة في بعض الحالات، مما يفسر عدم كفاءة التدفئة في المناطق الجبلية خلال فصل الشتاء.

تشير النتائج إلى أن الاستهلاك الفعلي للكهرباء من قبل المواطنين أقل من القدرة الحرارية اللازمة لتحقيق الراحة الحرارية، مما يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة الداخلية عن المستوى المطلوب حيث توضح الدراسة أهمية استخدام مواد العزل الحراري لتقليل الفقد الحراري وخفض القدرة المطلوبة، وذلك بالاعتماد على:

- معادلات انتقال الحرارة بالتوصيل.
- مفهوم المقاومة الحرارية الكلية للجدران والأسقف.

تُظهر النتائج وجود فجوة بين القدرة المتاحة للتدفئة والقدرة المطلوبة فعليًا، مما يستدعي تحسين كفاءة العزل الحراري في المباني , كما أن هناك نقصًا في الدراسات المحلية التي تناولت هذه المشكلة بدون وجود عزل حراري، مما يمنح هذه الدراسة أهمية تطبيقية في البيئة الليبية,

المناقشة :-

تشير النتائج المتحصل عليها أن القدرة الحرارية اللازمة لتحقيق درجة الراحة الحرارية (C°25) في المناطق الجبلية تتجاوز في بعض الحالات القدرة المتوفرة من أجهزة التدفئة الشائعة (≈2200 واط)، وهذا يؤكد أهمية استخدام العوازل الحرارية لتقليل الفقد الحراري وخفض القدرة المطلوبة، وهو ما يتفق مع المبادئ الأساسية لانتقال الحرارة (Fundamentals of Heat and Mass Transfer)، حيث يوضح أن زيادة المقاومة الحرارية للجدران تؤدي مباشرة إلى تقليل معدل انتقال الحرارة.

ورغم أن ليبيا دولة منتجة للطاقة، إلا أن الاعتماد على زيادة استهلاك الكهرباء فقط دون تحسين كفاءة المباني قد يؤدي إلى هدر الطاقة، خاصة في ظل الانقطاعات المتكررة للتيار الكهربائي خلال فصل الشتاء. وتشير تقارير (International Energy Agency)إلى أن تحسين العزل الحراري في المباني يمكن أن يقلل استهلاك الطاقة لأغراض التدفئة بنسبة قد تصل إلى(30–50 %) في المناخات الباردة، وهو ما يجعل العزل خيارًا اقتصاديًا طويل المدى حتى في الدول المنتجة للطاقة. ,ومن جانب آخر، فإن عدم توفير القدرة الحرارية الكافية قد يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة الداخلية عن المستوى الصحي (World Health Organization) بالحفاظ على درجة حرارة داخلية لا تقل عن (C°18) في المنازل لحماية الصحة العامة، خاصة للأطفال وكبار السن، حيث يرتبط انخفاض درجات الحرارة الداخلية بزيادة أمراض الجهاز التنفسي والرطوبة وتكاثر الفطريات.

كما أن إهمال انتقال الحرارة عبر النوافذ والأبواب والأرضيات في هذه الدراسة يجعل النتائج تمثل تقديرًا نظريًا ، وقد تكون القدرة الفعلية المطلوبة أعلى عند احتساب جميع مسارات الفقد الحراري. ومع ذلك، فإن اعتماد نموذج جدار تقليدي مكوّن من ثلاث طبقات كما هو شائع في معظم المباني المحلية يجعل النتائج واقعية إلى حد مقبول علية فاين المواطن امام خيارين

إما أن يستهلك قدرة أقل من المطلوبة (≥2200 واط)، مما يؤدي إلى تدفئة غير كافية ومخاطر صحية, أو يستهلك قدرة أكبر من حاجته الفعلية ، مما يسبب هدرًا للطاقة.

الخلاصة :-

اثبتت الدراسة ان معامل انتقال الحرارة للجدار هو العامل الاكثر تأثيرا في انتقال الحرارة الي داخل الحجرة وانه يمكن حساب القدرة الحرارة الازمة لتدفئة الحجرة في تلك المنطقة من ليبيا علي حسب درجة الحرارة الخارجية لتلك الحجرة عبر المنحني المستخلص من الدراسة ,وهذه النتائج التي تم التوصل اليها تشير الي ان القدرة الحرارية المستهلكة في تلك المناطق اقل من المطلوب حيث يلزم الدولة والمواطنين زيادة الانفاق لطاقة في هذا الفصل من السنة كما تواكد البيانات المعروضة في الجدول صحة الفرضية النظرية القائمة بان القدرة الحرارية المطلوبة لتدفئة تتناسب طرديا مع درجة الحرارة الخارجية مما يعزز موثوقية النموذج الرياضي المستخدم في هذه الورقة .

التوصيات :-

1- يجب استخدام العوازل الحرارية في بناء المنازل في نطاق الدراسة (الحوائط , الشبابيك ,الابواب , الاسقف)

2- في حال عدم استخدام العوازل يجب الرجوع الي الدراسة لصرف الكمية المناسبة من الطاقة للحفاض علي التدفئة داخل المنازل وتجنب الاصابة بأمراض البرد .

3- يجب توصيل انابيب التدفئة الغازية لمناطق الدراسة او دراسة بدائل اخري.

4- استخدام اجهزة لتدفئة اكثر تطور من الاجهزة الكهربائية الحالية .

5- توعية المواطنين بضرورة صرف كمية جيدة من الطاقة لتدفئة لتجنب امراض البرد .

6- توفير عوازل جيدة ورخيصة لتجنب اهدار الطاقة .

7- يجب وضع مقياس لدرجة الحرارة في كل منزل في نطاق الدراسة لنكون دائما علي علم بدرجة الحرارة الداخلية.

المراجع :-

References

1. introduction to heat transfer – Theodore l . bergman Adrienne s, lavine ,frank p incropera, david p,dewitt
2. john wiley and sons 2011 6th edition
3. Chemical process industries. by sherve
4. Process heat transfer by D.Q.KERN.
5. ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY, , VOI 1 ,VOL 9 BY KIRK .
6. CHEMICAL ENGINEERING VOI 6 , BY J. M.COULSON AND H.S
7. Encyclopedia of chemical Technology, vol 1,vol 9,by KIRK.

المراجع العربية:-

1. اسس انتقال الحرارة والكتلة .دار الفكر العربي . (2023) shalaan ,M.R
2. انتقال الحرارة دار .الصفاء للنشـــر .(2023) AL-KAMIL,M.R
3. انتقال الحرارة دار انشر الكتب العلميـــة (2022) JABALLAH,A.M
4. اسس انتقال الحرارة والكتلة دار المسيرة للنشر والتوزيع (2022) AMER,A