

تغليف واجهات الابنية بالواح الالمنيوم العاكس الغير تقليدية الشكل وتأثيره على الطاقة الكهربائية المستهلكة للاغراض التكييف (دراسة نظرية وعملية)

عاطف علي حسن¹ ، د.كاظم عودة جحف²
¹ أستاذ مساعد،² مدرس ، الجامعة التقنية الوسطى
Email: Atif56Ali@yahoo.com¹
(الاستلام:-2015/12/21 ، القبول:- 2016/6/28)

الخلاصة:

الدراسة النظرية والعملية الحالية تهدف الى تحديد كمية الطاقة الكهربائية المرشدة من خلال تقليل التأثيرات البيئية الخارجية على بناية في فصل الصيف من خلال تغليف اسطح الجدران الخارجية بصفائح مصنوعة من الالمنيوم العاكس نوع [ANS H35.1(2001)] مع اشكال غير تقليدية . حيث كانت الغرفة النموذج بابعاد (2×1×1) متر تقع في الطابق الثالث ضمن بناية في مدينة بغداد عند خط عرض 33.2 درجة شمالا .وايضا تم استخدام عازل حراري بسمك 200 ملم نوع ستايربيرور (البولي ستايرين) من اجل تغليف السقف والارضية والجدران الثلاثة الاخرى من داخل الغرفة من اجل تقليل انتقال الحرارة من تلك الجدران. اما الجدار قيد الدراسة الذي بابعاد (2×1) متر و مواجه لجهة الشرق . هذه الغرفة مجهزة بوحدة تكييف هواء سعتها واحد طن لتوفير حيز بارد داخل الغرفة ومن اجل الحصول على الظروف الحرارية القياسية. تم تسجيل درجات الحرارة على الاسطح الخارجية والداخلية للجدار وكذلك درجة حرارة الهواء الخارجي تم قياسها في الظل وليوم واحد من الساعة الخامسة صباحا الى الساعة السادسة عصرا خلال اشهر الصيف فقط من عام 2015. واطهرت النتائج ان استخدام الصفائح المقترحة سوف يقلل من استهلاك الطاقة الكهربائية لاغراض التكييف وان التوفير في الطاقة سيكون بمقدار (43.4 - 50.8)% بوجود الفجوة الهوائية المغلقة خلف الصفيحة. وكذلك باستخدام العزل الحراري يكون التوفير بمقدار (62.5 - 63.4)% بينما نلاحظ ازدياد التوفير عند طلاء بالاصباغ الحرارية ان التوفير يرتفع الى (57 - 63.3)% عند وجود الفجوة الهوائية المغلقة ويصبح التوفير بمقدار (68 - 70.9)% عند استخدام العازل الحراري خلفها.

الكلمات المفتاحية:

تغليف واجهات الابنية - صفائح معدنية - اصباغ حرارية - فجوة هوائية مفتوحة و مغلقة - تقليل حمل التكييف

1 - المقدمة

يقع العراق ضمن المنطقة المدارية الشمالية والتي يغلب عليها المناخ القاري شبه الصحراوي ، يستمر فصل الصيف فيه اكثر من (7) أشهر ، وتسطع الشمس خلاله اكثر من (13) ساعة / يوم ، وكمية الاشعاع الشمسي الساقطة على المنطقة الوسطى في حدود 6.0 كيلو واط / م² / يوم خلال شهر تموز وتصل درجة حرارة الهواء (الظل) الى (50)م⁰ (قياسات الباحث)

ان البيئة بهذه الظروف تؤثر صيفا على الابنية بصورتين ، اولها الحرارة الناتجة عن اختلاف درجتي حرارة الهواء داخل وخارج المبنى ، وثانيهما الحرارة الناتجة عن الاشعاع الشمسي الواصل الى المبنى ، ولكون ان مواد البناء المستخدمة في تشييد المبنى تمتلك مقاومة حرارية لذلك فان تقلبات درجة حرارة البيئة سوف لن تظهر بصورة مباشرة وسريعة داخل المبنى ، اي ان الكتل البنائية التي تشكل الجدار تعمل على تخميد تردد الموجة الحرارية المؤثرة وتأخير مرورها ولكنها ستنتقل بعد فترة (قد تطول او تقصر) تبعا للخواص الحرارية للمواد التي يتالف منها مقطع جدار المبنى (1) وبالتالي تؤثر على مقدار المستوى الحراري القياسي لحدود الراحة الحرارية داخل المبنى ، مما يتطلب امتصاص الحرارة المتجمعة داخل المبنى لاعادة ذلك المستوى الى الوضع القياسي بتشغيل وحدات تكييف الهواء والتي تستهلك طاقة كهربائية خلال عملها ، اي ان الطاقة الكهربائية المستهلكة لاغراض التكييف تكون مرتبطة بكمية الحرارة المنتقلة من البيئة.

ان العمارة العراقية ومنذ عصر بلاد سومر وبابل اعتمدت على الطين كمادة اساسية لتشييد الجدار وعرفت حينها بالطوب وعند تقويتها بقطع القصب او البردي الجافة عرفت باللبن وبعد معرفة اهمية الحرارة انتجت ما يعرف بالطوب المفخور (الطابوق) (باستثناء بعض المناطق الشمالية حيث استخدمت في فترة ما البناء بالحجر) (2) ، اي ان واجهات الابنية منذ فترة بدأ التجمعات السكانية ولغاية ثلاثينيات القرن الماضي ، اعتمدت البناء بالطابوق دون اضافة ، عرف البناء بالجقيم وبعد هذه الفترة تم استخدام اسلوب الاكساء الخارجي للجدران باستخدام خليط السمنت والرمل عرف بالليخ وسمكه في حدود 20 ملم [كثافة هذه الطبقة 2050 كغم / م³ - الموصلية الحرارية 1.08 واط / م . ك⁰ - معامل الانعكاسية 28%] (3) مما انعكس على كمية الحرارة المنتقلة من البيئة الى داخل المبنى وفي محاولة لزيادة جمالية الواجهات تم طلاءها بالالوان الفاتحة او الغامقة فتحسن الاداء الحراري او ساء اكثر (حسب اللون المستخدم) ويتطور مواد الاكساء في بداية السبعينات من القرن الماضي ، تم استخدام الكتل الخرسانية الملونة (الطابوق العقاري) - حجر الحلان - المرمر وانواعه وفي بداية هذا القرن تم استخدام الالواح المعدنية الالمنيوم العاكس او الالواح المركبة في تغليف الجدران (4) ، ولكن ما يلاحظ على العمارة العالمية هو تطور مواد الانتهاء فلم يعد استخدام الالواح الخشبية الطويلة نسبيا لتغليف الجدران هو الغالب (5) [يمتاز الخشب بمعامل توصيل منخفض (0.17 واط / م . ك⁰) وكثافته في حدود (510 كغم / م³) ومعامل الانعكاسية في حدود (30) (3)] بل استخدمت القطع الخشبية الصغيرة لزيادة مقاومة الخشب لتغيرات البيئة ولسهولة الاستبدال (6) ، واستبدلت بعد ذلك بالواح بلاستيك (7) ، قطع معدنية (8) او الالواح المعدنية عاكسة عازلة (9) ويتطور التكنولوجيا تم تصنيع قطع خشبية مع مواد ثنائية الطور (10 ، 11) ، مع دراسة تأثير اللون والانعكاس (12,13,14) واستخدم بعدها الالواح ثنائية الطبقة (Sandwich Panel) مع تشكيل خشونة على سطح المعدن المواجه للبيئة لزيادة الانعكاسية (15) او طلاء السطح نفسه باصباغ لها معامل انعكاس عالي (15,16,17,18,19) او تغيير التراكيب الايونية للاصباغ نفسها لزيادة انعكاسيتها (20) او توفير طبقة من الكليرين تتحدر على شكل قطرات على سطح المعدن الخارجي لتوفير طبقة عازلة (21) .

يتضح مما تقدم ، ان البحوث لم تتبنى تغير الشكل الهندسي للصفحة المعدنية لذلك جاء بحثنا هذا باستخدام الالواح من الالمنيوم ((2001) ANS H35.1) مع اعادة التشكيل وكما موضح في الشكل (2) لعرقلة مسار الاشعة الشمسية ومنعها من الوصول الى سطح جدار المبنى ، اضافة الى توفير فجوة هوائية يتحرك خلالها الهواء الحار (هواء البيئة) لتقليل تأثير البيئة على المبنى .

2 - مراحل تحقيق هدف البحث

تم تشكيل الصفائح المعدنية من الالمنيوم العاكس [(2001) ANS H34.1] لتأخذ الصورة الموضحة في الشكل (2) ، ليتم استخدامها لتغليف جدار مبنى الاختبار (ابعاده 2 X 1 م) ، يمكن تلخيص محددات البحث وفق الفقرات التالية:

1. منطقة البحث - مدينة بغداد - خط عرض 33.2 درجة شمالاً (متوسط خطوط العرض المارة بالعراق) .
 2. موقع غرفة الاختبار - الطابق الثالث لمبنى سكني ، لتجنب وجود ما يعيق وصول اشعة الشمس الى غرفة الاختبار خلال ساعات النهار .
 3. اتجاه الجدار قيد الدراسة - الشرق - الرياح السائدة صيفاً في مدينة بغداد شمال غرب (الرئيسية) ، شمالية (الثانوية) (22) ، لذلك لن يكون للرياح تأثير واضح على تغير درجة حرارة سطح الجدار المواجه للبيئة (قيد الدراسة) ، أما تأثير دخول هواء البيئة الى داخل غرفة الاختبار ، فتم وضع الاحتياطات اللازمة لجعل الهواء ساكن داخل الغرفة ، باستثناء حركته نتيجة عمل مكيفة الهواء .
 4. توجيه جدار الاختبار - تم تثبيت توجيه جدار الاختبار (قيد الدراسة 2X1) م باتجاه الشرق لكون البحث لا يتعلق بتحديد افضل توجيهه ، بل يتطلب معرفة تأثير تغليف الجدار (لا ضرر من تثبيت التوجيه) والجدول (1) يوضح تأثير تغيير التوجيه على حمل التبريد للمتر المربع من واجهة جدار مشيد بالطابوق العادي (23) .
 5. بما ان البحث يركز على دراسة انتقال الحرارة خلال جدار الواجهة (الجدار قيد الدراسة) ، لذلك يتطلب تحديد أية مصادر تنتقل الحرارة خلالها من البيئة الى داخل غرفة الاختبار ، فلذلك تم استخدام عازل حراري نوع الواح الستايربور (البولي ستايرين) سمك 200 ملم لتغليف جدران وارضية وسقف غرفة الاختبار (باستثناء الجدار قيد الاختبار) . لذلك يكون جدار الاختبار هو المصدر الوحيد المؤثر في تغيير مستوى الراحة الحرارية داخل الغرفة .
 6. استخدام مكيفة هواء جدارية سعتها طن تبريد واحد لتوفير الظروف الحرارية المناسبة داخل الغرفة .
 7. مستوى الراحة الحرارية المطلوب توفيرها داخل الغرفة يكون 26.5م⁰ بصلبة جافة ، 65%رطوبة نسبية صيفا ، لكون ان اشغال الحيز اكثر من 40 دقيقة (درجة حرارة هواء البيئة صيفا (الظل) أقرب الى 50م⁰ (24))
 8. ان مادة الانهاء الخارجية لسطح غرفة الاختبار وكذلك للارض المحيطة بالنموذج هي البلاطات الخرسانية (الشتايرك) (800 x 800 x 40) ملم ، رصاصية اللون ومادة الانهاء الداخلية للجدران والسقف هي الجص سمك 25 ملم (لتثبيت ما ينعكس من حرارة الى الغرفة) .
 9. تم الاعتماد على قيم معامل التوصيل الحراري والكثافة للمواد المستخدمة في البحث على فحص تم داخل العراق (3) لغرض تقدير الانتقال الحراري الاجمالي للمقاطع الانشائية والتي هي الواح الستايربور العازلة (الواح البولي ستايرين) - الكثافة 25 كغم/م³ والموصلية الحرارية 0.03 واط /م.ك . ، بينما الصفائح المعدنية - الالمنيوم العاكس المتوفرة في السوق المحلية تمتلك كثافة 2740 كغم /م³ ، و موصلية حرارية 221 واط /م.ك . بينما الموصلية الحرارية للطابوق الفني 0.85 واط / م.ك وكثافته 1200 كغم / م³ ، وطبقة الجص الفني تمتلك موصلية حرارية 0.57 واط / م.ك وكثافة 1200 كغم / م³
 - 10 الاعتماد على البيانات الموضحة في المصدر (25) لتقدير انتقال الحرارة بالحمل الحر (h) من الجدار الى حيز الغرفة والذي يحسب من العلاقة التالية: $h=1.31(\Delta T)^{1/3}$
- حيث ان ΔT هي فرق درجات الحرارة بين السطح الساخن (الجدار) ودرجة حرارة الهواء القياسية داخل الغرفة . وعليه فان كمية الحرارة المنتقلة بالحمل نتيجة ارتفاع درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الجدار المواجه للبيئة عند استخدام التغليف المقترح (Q_{con}) هي: ($Q_{con} = h.A.\Delta T$) ، بينما كمية الحرارة المنتقلة الى الغرفة للسطح الاعتيادي $\overline{Q_{con}}$ ، بينما النسبة المئوية لتقليل كمية الحرارة نتيجة تغليف الجدار ستكون :

$$\Delta Q\% = \frac{Q_{con} - Q_{con}}{Q_{con}} \times 100$$

11. الاعتماد على دليل الجمعية الامريكية لمهندسي التكييف والتبريد والتهوية⁽²⁶⁾ لتحديد فرق درجات الحرارة المكافىء لحمل التبريد للمقاطع الانشائية التي تم دراستها عملياً.

12. لغرض تقدير الحمل التبريدي تم قياس درجات الحرارة على جانبي جدار الاختبار باستخدام مقاييس الكترونية مصنعة من قبل شركة (Intelligent Auto Digital Thermo – meter by Victor Company) والتي مواصفاتها موضحة بالجدول (1)

13 أما كمية الطاقة الكهربائية التي تستهلكها مكيفة الهواء للتخلص من الاحمال الحرارية فيتم قراءتها مباشرة بمقياس الطاقة والمصنع من قبل نفس الشركة ، وحساب النسبة المئوية لتوفير الطاقة الكهربائية من المعادلة ادناه :

$$\text{النسبة المئوية لتوفير الطاقة الكهربائية} = \left[\frac{\text{الطاقة المستهلكة لجدار غير مغلف في الحالة العادية} - \text{الاستهلاك عند التغليف}}{\text{الطاقة المستهلكة لجدار غير مغلف في الحالة العادية}} \right] \times 100\%$$

اما المتغيرات التي شملت بالدراسة في هذا البحث

1. تغليف الجدار بالواح معدنية – الالمنيوم العاكس " ANS H35.1(2001) " (بوجود فجوة هوائية او عازل حراري بينه وبين الجدار) .

2. تغليف الجدار بالواح معدنية الالمنيوم العاكس – مطلية بأصباغ حرارية بلاستيكية (بوجود فجوة هوائية مفتوحة للبيئة او مغلقة أو عازل حراري بينها وبين الجدار) .

3. تغليف الجدار بالواح معدنية – المنيوم العاكس متغيرة الشكل ، كما موضح في الشكل (2) الحالة الثانية والثالثة حسب الشكل الهندسي للصفحة المعدنية المشكلة (والملحق يوضح كيفية تصنيع هذه القطعة) .

4. طلاء القطع المعدنية المذكورة في الفقرة اعلاه واعادة الاختبار الحراري .

تم تشييد (9) غرف لغرض الاختبار ذات التوجيه نحو الشرق وتم تثبيت في الثلاث الاولى منها صفائح مستوية عاكسة تحتوي الاولى منها على فجوة هوائية مفتوحة ، بينما الثانية منها تحتوي على فجوة هوائية مغلقة ، واستخدم العازل الحراري في الثالثة منها ، اما الغرف الثلاثة التالية فتم استبدال القطع المعدنية المستوية باحدى القطع المقترحة وبنفس التسلسل اما الثالث الغرف الاخيرة فاستخدم فيها النوع الثاني من الصفائح المقترحة .

تم اجراء القياسات في كل حالة مؤشرة أعلاه في اليوم الواحد والعشرين من كل شهر وتم فتح الغرف للاغراض التهوية وازالة الاحمال الحرارية المتراكمة لمدة ثلاثة ايام ومن ثم يعاد غلق الغرفة وتشغيل مكيف الهواء في اليوم الخامس والعشرين من كل شهر لتكرار القياسات بعد ان تم استبدال الالواح الاعتيادية بالالواح المطلية الحرارية . تم قياس درجات الحرارة في تسع نقاط موزعة على كل جانب من جدار الاختبار ، السطح الخارجي للمادة المستخدمة للاكساء / المواجهة للبيئة ، وكذلك مادة الانهاء الداخلي للجدار / المواجه للبيئة . ودرجة حرارة الظل (البيئة) خلال يوم واحد /شهر من الساعة 5.00 صباحاً ولغاية 6.00 مساءً (14) ساعة /يوم (27 قراءة خلال يوم واحد) ولأشهر الصيف /2015 (أيار / الشهر الخامس) ولغاية أيلول (الشهر التاسع) وتم رسم السلوك الحراري للساعي للجدار بوجود كل مادة إكساء وتم تمثيل ذلك السلوك للشهر (7) كنموذج لتلك الاشهر في الشكلين (3 ، 4) بينما الجدول (3) يوضح النتائج العملية

التي تم التوصل اليها ، بينما الجدول (4) يوضح الخواص الحرارية والكلف لعدة اساليب تغليف منفذة بالعراق . وتم الاستفادة من برنامج (ANSYS FLUENT- 15) لدراسة توزيع درجات الحرارة و حركة الهواء امام الجدار المغلف بالصفحة.

3 - الاستقصاء العددي Numerical Investigation

3 - 1 المعادلات الحاكمة:

3 - 1 - 1 منطقة الجدار

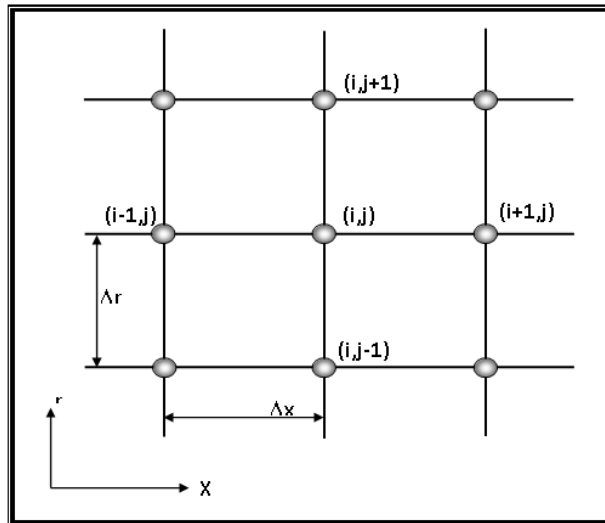
من اجل معرفة توزيع درجة الحرارة وسرعة الهواء في هذه المنطقة عدديا يجب حل المعادلات الحاكمة للطاقة فقط لانه لاحتاج الى معادلة الاستمرارية او معادلة الزخم لانه لا يوجد مائع في هذه المنطقة ولا يوجد حركة اساسا والسرعة تساوي الصفر وبرنامج ال(ANSYS FLUENT - 15) يسمح لنا بان نحدد قيمة الموصلية الحرارية لكل مادة صلبة اذا كان لدينا جدار مركب كما في هذه الحالة حيث يتكون الجدار من طبقة الانهاء بالجص والطابوق والبرنامج يستعمل معادلة انتقال الحرارة المعادلة التالية(27):

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho h) + \frac{\partial}{\partial x_i}(u_i \rho h) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(k \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) + q''' \dots \dots \dots (1)$$

اما الجزء الثاني من المعادلة في الطرف الايسر الذي يحتوي سرعة الهواء فهو ناتج من حركة الجدار اودورانه وهو في هذه الحالة مساو للصفر لان الجدار ثابت.

3 - 2 منطقة المائع

المائع المستخدم هو الهواء ويتحرك بشكل حر بين الزعانف والجدار وبين الزعانف نفسها لقد تم افتراض جريان بالحمل الحر الطبقي والالانضغاطي ثنائي الأبعاد ومثل هذا الجريان يحكم بمعادلات (Navier-stokes) و الإستمرارية. وبصيغة عامة لجريان متماثل معتمدا على الزمن يمكن كتابتها وفقا للأحداثيات الديكارتية كما يأتي:



معادلة الإستمرارية(28) Continuity Equation

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \dots \dots \dots (2)$$

معادلات الزخم(28) Momentum Equation

الزخم بإتجاه الإحداثي (x)

$$\rho\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y}\right) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) \dots\dots\dots(3)$$

الزخم بإتجاه الإحداثي (y)

$$\rho\left(\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y}\right) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right) + \rho g \alpha (T - T_o) \dots\dots\dots(4)$$

معادلة الطاقة⁽²⁸⁾

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \alpha\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}\right) \dots\dots\dots(5)$$

ولتحويل المعادلات أعلاه إلى معادلات لا بعدية نستعمل التعابير أدناه في المعادلات.

$$X = \frac{x}{L} \quad Y = \frac{y}{L} \quad U = \frac{uL}{\alpha} \quad V = \frac{vL}{\alpha} \dots\dots\dots(6)$$

$$\theta = \frac{T - T_o}{T_k - T_c} \quad P = \frac{PL^2}{\rho\alpha^2} \quad \tau = \frac{t\alpha}{L^2} \dots\dots\dots(7)$$

فنحصل على المعادلات اللابعدية التالية

$$\frac{\partial U}{\partial X} + \frac{\partial V}{\partial Y} = 0 \dots\dots\dots(8)$$

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} + U \frac{\partial U}{\partial X} + V \frac{\partial U}{\partial Y} = -\frac{\partial P}{\partial X} + \text{Pr}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial Y^2}\right) \dots\dots\dots(9)$$

$$\frac{\partial V}{\partial \tau} + U \frac{\partial V}{\partial X} + V \frac{\partial V}{\partial Y} = -\frac{\partial P}{\partial Y} + \text{Pr}\left(\frac{\partial^2 V}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial Y^2}\right) + Ra \text{Pr} \theta \dots\dots\dots(10)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} + U \frac{\partial \theta}{\partial X} + V \frac{\partial \theta}{\partial Y} = \alpha\left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial Y^2}\right) \dots\dots\dots(11)$$

والاعداد اللابعدية المستخدمة هي فقط عدد براندتل وعدد رالي كما يلي:

$$\text{Pr} = \frac{\mu}{\rho\alpha} \quad Ra = \frac{\rho g \alpha (T_h - T_c) L^3}{\mu\alpha} \dots\dots\dots(12)$$

3 - 3 الظروف الحدية

تم استخدام الشروط الحدية التالية الموضحة في الشكل (5) والذي يحتوي على درجة حرارة السطح البارد داخل الغرفة T_r ودرجة حرارة المحيط خارج الغرفة والمتمثلة بـ T_o والسرع هي صفري في جميع حدود المجال المدروس domain ، ومن اجل توضيح عملية استخدام الاشعاع الشمسي في الحسابات النظرية يستخدم البرنامج المعادلة التالية والتي تربط معادلة الطاقة مع الاشعاع الشمسي

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho h) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i h) = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(\frac{k_f}{cp} \frac{\partial h}{\partial x_i}\right) + \tau_{ik} \frac{\partial u_i}{\partial x_k} + S_h \dots\dots\dots(13)$$

حيث في حالة وجود الاشعاع يكون المصدر S_h باستخدام موديل P1 كالتالي

$$q_r = \frac{1}{3(a + \sigma_s) - C\sigma_s} \nabla G \dots\dots\dots(14)$$

$$S_h = -\nabla q_r = aG - 4an^2 \sigma T^4 \dots\dots\dots (15)$$

3 - 4 طريقة الحل

تم استخدام برنامج (ANSYS FLUENT - 15) وتم استخدام مجال عددي بطول متر وارتفاع متر وبعده 10 زعانف وايضا تم تقسيم المجال الى 170591 خلايا مثلثية الشكل والعدد الكبير هذا يمكن ان يعطي دقة عالية للحل وانتظام في توزيع درجات الحرارة والضغط او ما يعادل 161720 نقطة (nodes) اما لظروف الحل فتتضمن استخدام الطريقة SIMPLE للعلاقة بين الضغط والسرعة واستخدام ال Standard للضغط واستخدام second order upwind لكلا من معادلة الزخم والطاقة ، اما عدد التكرار iteration يساوي تقريبا 150 تكرار للحصول على استقرارية الحل والوصول الى المحدد الحسابي للخطا والبالغ تقريبا 10^{-6}

4- النتائج والمناقشة :

4-1 استخدام الصفائح المعدنية للتغليف

ان ما متوفر في الاسواق المحلية حالياً في العراق من مواد طبيعية او مصنعة ممكن استخدامها في تغليف واجهات الابنية او اعادة الاكساء متعددة الانواع وتختلف في ما بينها في مقدار كثافتها الوزنية وكفاءتها الحرارية وكلفتها ، ويوضح الجدول (4) بعض من تلك المواد (4) ، وحدثت مواد التغليف هي الصفائح المعدنية المصنعة من الالمنيوم المركبة والتي تعرف بـ (الاكابوند) حيث تضاف على الواجهة ضمن هيكل حديدي يصنع خصيصاً لها ، وبسبب كلفتها العالية تم اقتراح استخدام بديل اخر عنها هي الصفائح المعدنية المستوية ذات السطح العاكس (الالمنيوم) حيث تتخفف كلفتها الاولى الى حدود الربع (كما موضح في الجدول 4) ، اضافة الى قابليتها الاكثر على التطويع لتغير شكلها النهائي ليتناسب مع متطلبات الواجهة ، لذلك تم اختيارها (وطريقة صنعها موضحة في الملحق) .

4-2 تركيب الصفائح المعدنية

تحتاج الصفائح المعدنية المستخدمة لتغليف الواجهات الى هيكل حديدي يضاف الى واجهة المبنى - ابعاد مقطع الانبوب الحديدي هو (25 X 25 ملم) يربط مباشرة على جدار الواجهة او بوجود فجوة تفصله عن الجدار عمقها في حدود (25 ملم) (وهو الاسلوب السائد في تثبيت الاكابوند) ، أي أن اجمالي الفراغ بين الصفائح المعدنية وسطح الواجهة في حدود 50 ملم ، عرفت في البحث بالفجوة الهوائية ، بينما استخدام العازل الحراري نوع ألواح الستايربور (البولي ستايرين) تحت الغلاف المعدني بشكل طبقتين السمك الاجمالي لهما (50 ملم) عرفت هذه الحالة بوجود العازل الحراري .

تم استخدام نوعين من الصفائح المعدنية المصنعة من مركبات الالمنيوم احدهما ذات سطح عاكس بينما الاخرى قد تم طلاء سطحها بالاصباغ الحرارية البلاستيكية ، بينما الشكل النهائي للصفحة يأخذ ثلاثة حالات هي مستوية السطح وذات شكل غير تقليدي وكما موضح في الشكل (2)

4-2-1 تأثير وجود الفجوة الهوائية المغلقة

يلاحظ من الجدول (3) ان فرق درجات الحرارة على طرف الجدار 1.24 م⁰ عند التغليف بالصفائح المعدنية المستوية مع وجود فجوة هوائية مغلقة ، وعند التغليف بالصفائح المقترحة نوع (A) يزداد الفرق ليصبح 9.3 م⁰ وعند استخدام الصفائح المقترحة نوع (B) سيكون الفرق 9.9 م⁰ ، وذلك بسبب ابعاد تأثير البيئة على الجدار نفسه بصورة مباشرة مما قلل من كمية الحرارة المنتقلة خلال الجدار ، اي ان فرق درجات الحرارة بين طبقة الجدار الداخل والغرفة ستكون 23.8 م⁰ عند التغليف بالصفائح المستوية (الحالية) مع وجود فجوة مغلقة ، بينما تكون 15.64 م⁰ عند استخدام الصفائح المقترحة نوع (A) وتكون 15.15 م⁰ عن استخدام الصفائح نوع (B) وسينعكس هذا على مقدار الحمل الحراري للغرفة وتكون على التوالي 173.1 kW/m² ، 99 kW/m² ، 97.3 kW/m² .

2-4 - 2 تأثير وجود فجوة مفتوحة للبيئة

يلاحظ من الجدول (3) ان تأثير كون الفجوة الهوائية مفتوحة او مغلقة سينعكس على فرق درجات الحرارة خلال الجدار نفسه ، عند التغليف بالصفائح المقترحة (A) تكون (6.9 ، 9.3)م⁰ على التوالي ، بينما للصفائح نوع (B) تكون (7.14 ، 9.9) م⁰ وينعكس على تقليل فرق درجات الحرارة بين الجدار الداخلي والغرفة ويكون (15.64 ، 18.04) م⁰ للصفحة (A) ، وتكون (15.15 ، 17.8) م⁰ للصفحة (B) وسينعكس هذا على تقليل السعة التبريدية المطلوبة وكذلك الطاقة الكهربائية المطلوبة لاغراض التكييف .

2-4 - 3 تأثير وجود العازل الحراري خلف الصفيحة

ان استخدام العازل الحراري خلف الصفيحة المعدنية المستخدمة في تغليف الجدار سيزيد من المقاومة الحرارية للمقطع الانشائي للجدار ، اي تاخير مرور الحرارة خلال هذا المقطع وبالتالي سيؤدي الى زيادة فرق درجات الحرارة على طرفي الجدار وفي الوقت نفسه تقليل درجة حرارة السطح الداخلي للجدار المواجه للغرفة مما ينعكس على تقليل فرق درجات الحرارة بين هذه الطبقة ودرجة حرارة هواء الغرفة ويلاحظ ذلك بوضوح من الجدول (3) ، يكون الفرق (22.33 ، 12.1 ، 10.9) م⁰ للصفائح الثلاث غير المطلية بينما كمية الحرارة المتولدة داخل الغرفة وللحالات الثلاث ستكون (159 ، 70.4 ، 60.4) كيلو واط/م² (حسب التسلسل السابق) .

2-4 - 3 تأثير شكل الصفيحة والطلاء الحراري

تمت دراسة ثلاث اشكال للصفائح المعدنية / المستوية (الحالية) والمقترحة تاخذ شكل (A) والشكل (B) . يلاحظ ان فرق درجات الحرارة عند طرفي الصفيحة سيكون 1.24 م⁰ ، 9.3 م⁰ ، 9.9 م⁰ للصفائح الثلاث على التوالي وبوجود فجوة هوائية مغلقة خلفها سمكها 50 ملم / بينما تصبح 1.0 م⁰ ، 6.9 م⁰ ، 7.14 م⁰ عند فتح الفجوة الهوائية على البيئة وعند وجود العازل الحراري خلفها تصبح فرق درجات الحرارة 2.61 م⁰ ، 12.9 م⁰ ، 14.13 م⁰ للصفائح الثلاث على التوالي بينما فرق درجات الحرارة بين الطبقة الداخلية للجدار ودرجة حرارة الغرفة (Δt_{r-i}) تاخذ القيم التالية 23.8 م⁰ ، 15.64 م⁰ ، 15.15 م⁰ (للصفائح الثلاث) بوجود فجوة هوائية مغلقة ، بينما عند وجود فجوة هوائية مفتوحة للبيئة سيكون هذا الفرق 25.7 م⁰ ، 18.04 م⁰ ، 17.8 م⁰ وعند وجود العزل الحراري خلفها سيكون هذا الفرق 22.33 م⁰ ، 12.1 م⁰ ، 10.8 م⁰ مما انعكس على كمية الحمل الحراري المتولد داخل الغرفة وبالصورة التالية : 173.1 ، 99.0 ، 97.3 كيلو واط /م² من الواجهة للصفائح الثلاث بوجود فجوة هوائية مغلقة خلفها ، وتكون 191.7 ، 119.7 ، 117.6 كيلو واط /م² عند وجود فجوة هوائية مفتوحة للبيئة ، وعند وجود العازل الحراري سيصبح الحمل 159 ، 70 ، 60.5 كيلو واط /م² ، يلاحظ التأثير الواضح للصفائح المقترحة في تقليل الحمل الحراري والسبب يعود الى حجب اشعة الشمس المباشرة ومنعها من الوصول الى سطح الجدار وبالتالي امكانية اعادة انعكاسها الى البيئة مباشرة وازضافة الى وجود حركة الهواء الموجود بين الصفائح المشكلة للغلاف المعدني (الحرارة المنتقلة بالحمل) وحركة الهواء هذا سنقلل من كمية الحرارة المنتقلة للجدار .

اما تأثير استخدام الطلاء الحراري البلاستيكي للصفحة فموضح في الجدول (3) ، ويلاحظ منه ان تأثير وجود الطلاء الحراري البلاستيكي للصفحة المعدنية المغلقة للجدار على فرق درجات الحرارة على طرفي الجدار (Δt_{r-0}) للصفحة المستوية والصفائح المقترحة لنموذج (A ، B) وبوجود فجوة هوائية مغلقة خلفها هي على التوالي (6.01 ، 11.5 ، 14.13) م⁰ بينما تصبح عند وجود فجوة هوائية مفتوحة للبيئة (4.05 ، 8.8 ، 9.09) م⁰ (للصفائح على التوالي) وعند وضع العازل الحراري خلفها ستكون درجات الحرارة (7.4 م⁰ ، 14.03 م⁰ ، 1.8 م⁰) بينما فرق درجات الحرارة بين الطبقة الداخلية للجدار ودرجة حرارة الغرفة (Δt_{i-r}) سيكون 15.9 م⁰ ، 10.9 م⁰ ، 10.2 م⁰ (للصفائح الثلاث على التوالي) اي ان استخدام الطلاء الحراري البلاستيكي قد قلل من الفرق بين درجتي حرارة على طرفي سطحي الجدار ، لكونه عازل حراري وبذلك تم تاخير مرور الحرارة مما ادى الى ارتفاع درجة حرارة الصفيحة مما قلل من كمية الحرارة المنتقلة خلال الصفيحة وانعكس هذا على تقليل كمية الحمل التبريدي المتولد داخل الغرفة (151.2 ، 103.5 ،

100.8) كيلو واط /م² للفجوة المفتوحة وعندما تكون الفجوة مغلقة ستكون (70.4 ، 81.0 ، 127.62) كيلو واط /م² وعند استخدام عازل ستكون (56.1 ، 61.3 ، 101.2) كيلو واط /م² .

4-4 الكفاءة الحرارية للصفائح المعدنية

عند مقارنة السلوك الحراري للصفائح المعدنية متغيرة الشكل (المقترحة) مع الصفائح المستخدمة حالياً (المسنوية) تبين ان النسبة المئوية للطاقة الكهربائية المستهلكة عند استخدام النموذج (A) مع وجود فجوة هوائية مفتوحة كان 37.6% بينما تكون 48.4% عند وجود فجوة مغلقة وتكون 63.4% عند وجود عازل حراري ولكن مع وجود الطلاء تكون نسب التوفير (46.0 ، 57.0 ، 68.0) % على التوالي وعند استخدام النموذج (B) ستكون نسبة التوفير (38.7 ، 50.8 ، 68.5 %) عند عدم استخدام الطلاء ولكن بعد استخدام الطلاء ستكون نسب التوفير (47.4 % ، 63.3 % ، 70.8 %) وعند مقارنة الكفاءة الحرارية للنموذجين المقترحين (B,A) نجد ان كفاءتها متقاربة بوجود فجوة مفتوحة 37.6% ، 38.7 % [للصفائح النموذج (A) والنموذج (B) على التوالي] وعند وجود فجوة مغلقة تصبح (43.4 ، 50.8 %) وبوجود العازل تصبح (63.4 % ، 68.5 %) .

اما عند طلائها بالاصباغ الحرارية البلاستيكية ستأخذ النسب القيم (46% - 47.4 %) عند وجود فجوة مفتوحة وتكون (57% - 63.3 %) ، عند وجود فجوة هوائية مغلقة تصبح (68% - 70.8 %) عند استخدام العزل الحراري ، والسبب يعود اجمالاً الى ان النموذج المقترح (B) سيشتت قسم كبير من الاشعة الساقطة عليه وكذلك تعمل تيارات الحمل بين الصفائح على تشتيت جزء اخر وبذلك يلاحظ ان كمية الحرارة المنتقلة الى الجدار ستكون اقل قيمة .

4-5 مقارنة استخدام الصفائح المقترحة مع مواد التغليف الاخرى

تم مقارنة نسبة التوفير المتوقع عند تغليف المبنى بمواد متوفرة في الاسواق المحلية مثل المرمر ، السيراميك ، حجر الحلان ، طابوق طيني ، الواح معدنية وكما موضح في الجدول (4) وكذلك يوضح الجدول قيم الوزن المضاف عند استخدام هذا التغليف الى جدار المبنى ويتضح من استقراء تلك النتائج الى أن استخدام الاسلوب المقترح في التغليف الجدار بالصفائح المعدنية بالنموذج (B,A) هو الارخص تنفيذاً والاعلى توفيراً في الطاقة في الوقت نفسه .

4-6 توزيع درجة الحرارة و سرعة حركة الهواء خلال الصفائح وامامها

يوضح الشكل (6) المخطط الكنتوري لتوزيع درجات الحرارة للهواء المجاور للصفائح المعدنية المشكلة للغلاف المعدني المقترح ويلاحظ عليه الانحدار السريع لقيم درجات الحرارة في المنطقة القريبة من التغليف المقترح ، لذلك يكون فرق درجات الحرارة (بين الهواء والصفحة) اكبر في حالة استخدام الصفائح نوع (A) والسبب يعود الى ان الاعاقة التي تسببها هذا النوع من الصفائح لحركة الهواء المحيط بها تكون اكبر من تلك الاعاقة المتسببة عند استخدام الصفائح نوع (B) ، ولغرض التوضيح تم تكبير المنطقة الوسطية من الصفحة وكما موضح في الشكل (7) .

يوضح الشكل (8) مركبات السرعة في المنطقة القريبة من الصفائح المشكلة للغلاف المعدني (امامها وخلفها) ويلاحظ عليها ان سرعة حركة الهواء تزداد باتجاه الاسفل بسبب انخفاض درجة الحرارة للصفحة بهذا الاتجاه مما يؤدي الى انخفاض درجة حرارة الهواء المجاور للصفحة بهذا الاتجاه ، بينما تغير سرعة الهواء موضحة في الشكلين (9 ، 10) حيث يلاحظ عليه ان الصفائح نوع (A) تجعل خطوط توزيع السرعة اكثر انتظاماً وعلى العكس ما يحدث عند استخدام الصفائح نوع (B) حيث تجعل خطوط توزيع السرعة اكثر اضطراباً وبالتالي يحدث تحسين للحرارة المنتقلة .

ولكي يتم دراسة ائلمنطقة المحصورة بين الصفيحتين تم افتراض (4) مقاطع توضيحية في المنطقة الوسطى ، اثنتين منها موازية للصفائح عرفت بالمقاطع (A, B) واثنتين اخرى عمودية على الصفائح عرفت بالمقاطع (C, D) والشكل (11) يوضح توزيع درجة حرارة الهواء خلال هذه المقاطع (A, B) ، بينما الشكل (12) يوضح مقدار سرعة الهواء لنفس المنطقة ، الشكل (13) يوضح تغير درجة حرارة الهواء خلال المقاطع (C, D) وتغير السرعة في هذه المنطقة موضحة في الشكل (14) .

يلاحظ ان التغير في مقدار درجة الحرارة يكون خطي ضمن الموقع (0.0 - 0.1) ويعود السبب الى وجود كمية من الحرارة المنتقلة خلال الصفيحة ، بينما المنطقة الاخرى (0.1 - 0.2) يلاحظ ان الانحدار يكون اشد لوجود فجوة هوائية اكبر بين الصفائح ، بينما تاخذ درجة حرارة الهواء بالارتفاع في المنطقة البعيدة عن القطعة المعدنية وكذلك يلاحظ استقرار درجة الحرارة واقتربها من الثبوت خارج هذه المنطقة وتقترب في القيمة من درجة حرارة البيئة . اما توزيع السرعة فيلاحظ تنذباً في المنطقة التي تمثل طرف الصفيحة واستقرارها بصورة اكثر عند منتصف الصفيحة ، وبسبب تأثير البيئة على طرف الصفيحة وتضاعل تأثيره في المنطقة الوسطى من الصفيحة وعليه فان درجة حرارة طرف الصفيحة ستكون اعلى وعلى عكس درجة حرارة وسط الصفيحة ، بينما سرعة حركة الهواء خلال المقطع العمودي على الصفيحة ستكون اعلى قيمة عند (D) عند المقارنة مع (C) في المنطقة القريبة من الجدار وبعدها يقل الفرق و سينعكس هذا على درجة الحرارة في نفس المنطقة ويلاحظ ان النموذج (B) للقطع المعدنية سيكون اقل كمية حرارة منتقلة .

5- الاستنتاجات

مما تقدم يمكن للباحثين تثبيت الاستنتاجات ادناه :-

- 1- ضرورة استخدام التغليف الذي يضيف وزن اضافي قليل على المبنى لتقليل الاحمال الساكنة المضافة على اسس المبنى
- 2- الابتعاد جهد الامكان عن استخدام التغليف المعروف بـ الاكاويوند لارتفاع كلفته الاولية .
- 3- ان استخدام صفائح الالمنيوم المستوية يحقق مكاسب جيدة (اعلى من سابقه) ، وتكلفة تنفيذ اولية قليلة .
- 4- ان استخدام التغليف المعدني ذو الاشكال غير التقليدية (البعيدة عن السطح المستوي) سيقود الى توفير كبير بالطاقة .
- 5- ان طلاء هذه الالواح بالاصباغ الحرارية البلاستيكية سيزيد من امكانية توفير الطاقة .
- 6- ان وجود الفجوة الهوائية المغلقة خلف الصفائح سيزيد من امكانية توفير الطاقة ويكون الفرق في التوفير قليل عند استخدام عازل حرارة .

6- المصادر :

- 1) Jones – W.P."Air- Conditioning Eng " Edword Amold , London – 1987.
- 2) جورج – كوسيتو " الحياة اليومية في بلاد بابل واشور " مترجم – دار الرشيد للنشر – العراق 1979.
- 3) الدوري – مجيد ، حسن – عاطف علي واخرون "الصفات الحرارية لمواد البناء والانارة المحلية " المؤتمر العلمي الاول للطاقة / وزارة النفط –العراق – 1992 .
- 4) حسن – عاطف علي " تقليل تأثير البيئة على درجة حرارة حيز المبنى بتغليف الجدران من الخارج " المجلة العراقية للهندسة المدنية / المجلد السابع – العدد الثاني – آذار – 2012 –جامعة الانبار – العراق .
- 5) Monteiro – Helena , Freire – Fausto "Life cycle assessment of a house with alternative exterior walls :comparison of three impact assessment methods "Energy & buildings Vol :47 – 2012 – pp-572-583.
- 6) Kosny – Jan , Asiz – Andi , shresthe – som & Fallahi – Ali " A review of high R – Value wall wood framed and composte wood wall technologies using advanced insulatian technigues " Energy and building , V :72 2014 – pp 441 – 456 .
- 7) Hunter- Thomas , ElinskJ – Randall & Jacobson – David "Exterior finishing panel ",u.s. patent Documents No.US629577 Big 2001 , Assignee , certain teed corporation , PA, USA .

- 8) Scott C. Ellis , Todd Bogges , shridas Ningileri & Denis Ray " Using and flow of Aliuminum sheet with in the u.s. and Canadian Residentiml building products indutry " light metal age , Dec – 2012 – pp 24-31 .
- 9) Bush – patrich , Crawford – Greg , kriner – scott , miller – Jodd and others "Cool metal roofing "state and federal Agencies , USA.
- 10) Guo-W.Giao X.,Huaag fang . M&Han X."Study on energy saving effect of heat – reflective insulation coating on envelopes in the hot summer and cold winter Zone " Energy & building Vol : 60 July - 2010.
- 11) Biswas – kaushik , Abban – Ramin "Low cost pace change material as an energy storage medium in building envelopes experimental and numerical analyses " , Energy Conversion & Management , Vol :88 , Dec – 2014 , pp- 1020 – 1031 .
- 12) Biswas – kaushik Gehi , Anthory – Jackson , Roderick Christian Jeff "Comparison of two high performance energy efficient " The Department of energy National Laboratory – oak ridge , U.S.A – 2011 "Ornl / tm – 2011 /539 ".
- 13) Romea C. , Zinze – M."impact of a cool roof application on the energy and comfort performance in an existing non – residential building " Energy & Building – Vol :67- 2013 , pp 647-657 .
- 14) Radhi – Hassan , Assem – Essem & sharples Stephen " the colours and properties of building surface materials to mitigate urban heat islands in highly productive solar regions " Building & environment Vol :72 –Feb – 2014 –pp-162-172 .
- 15) Jiani – shang , Qiang wn " Comprehensive benefit analysis on thermal in sulation system of building exterior wall "New building materials – 3 / 2009 .
- 16) Drossel WG.,Hensel S.,Nestler m.&Lachmann L."Experimental and numerical study on shaping of alumiaum sheets with integrated piezo ceramic fibers "Journal of materials processing tech "Vol . 214 – issue 2 Feb – 2014 – pp- 217-228.
- 17) Perez – hemandez , Alvarez G., Eaman-J., Zavala – I.and others "Thermal performance of reflective meterials applicd to exterior building components "Energy & building Vol :8- Sep-2014-pp-81-105.
- 18) Synnefa A. , Santamonis M.& Livada I." A study of the thermal performance of reflective coatings for the urban enviromment "solar energy vol : 80 – issue (8) ,Aug-2006 ,pp-968-981.
- 19) Joudi Ali, Sveding H., Cehlin M.& Ronnolid M."Reflective coatings for interior and exterior of building and improving thermal performance " , Applied Energy Vol :103- March -2013 , pp 562-570.
- 20) Shem H. , Tan H. Tzempelikos A. "The effect of reflective coatings on building surface Temperature , indoor environment and energy comsumption – (An experimenral study) "Encrgy & building Vol :43 , issues 2-3 – Feb – 2011 , pp 273-580 .
- 21) Kilk –matti , Tobin R.J., Hahn L.T., Beerer – M.A & Mhluwalia y . "Heat reflective coated "U.S.A .6872440 Bi,original Assignes , Elk Premium , building products , U.S.A , Inc - 2005.
- 22) Dalili Alireza , Chandra – sanjeev mostaghimi Javad , Fan H.T. chorles and others "Formation of Liquid sheets by deposition of droplets on a surface " Journal of colloid and interface science Vol :418 , March – 2014 , pp 292-299 .
- 23) كامل شعبان – عدني ، الجودي – مقداد " التحليل المناخي للعراق واثره على العمارة " تقرير من منشورات مركز بحوث البناء – مجلة البحث العلمي (الملغى) – العراق – 1973 .
- 24) حسن ، عاطف علي " تقليل انتقال الحرارة خلال الجدران غير الساندة باستخدام نظام ثنائي القشرة وبدائل عن الطابوق " المؤتمر العلمي التخصصي الثاني – كلية الهندسة / جامعة القادسية – العراق – 19-20 /10/ 2009 .
- 25) Arora – S.Domkundwar "Acourse ir Refrigeration and Air – Conditioning "Dhanoat Rai &Sous – Delhi - 2007.
- 26) Rohsnow- warren & Hartaeti-James P. "Handbook; of heat transfor "MC-Graw-Hill book; Company, N.Y, USA - 1973.

- 27) ASHRAE "Handbook of fundamentals "1997, American Society of heating, refrigeration, Air Condition Eng.
- 28) Ansys Fluent -15 User manual 2015.
- 29) Ramech , N., Merzkirch , W., Combined convection and radiation heat transfer in side – vented open cavities , Int .Heat Fluid Flow 22 (2001)m 2 , pp . 180 – 187.

قائمة الرموز المستخدمة

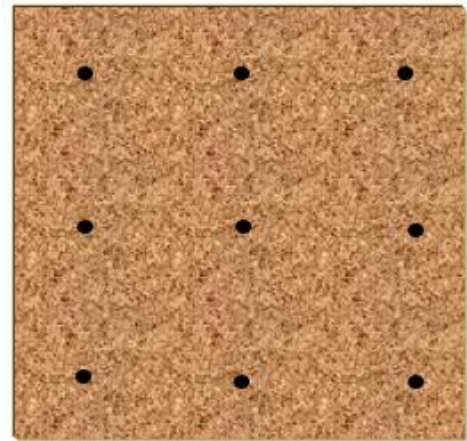
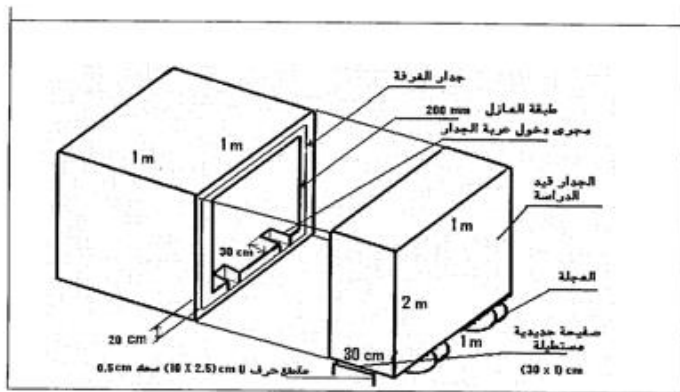
- u, v سرعة الهواء (م / ثا)
- U, V سرعة الهواء اللابعدية
- x, y الابعاد الكارتيزية (م)
- X, Y القيم اللابعدية للابعاد الكارتيزية
- t الزمن (ثا)
- T درجة الحرارة (كلفن)
- P الضغط (باسكال)
- P الضغط اللابعدي
- P_r عدد براندتل
- R_a عدد رالي
- h الانتالبي (جول)
- k الموصلية الحرارية (واط / م .ك)
- μ اللزوجة (باسكال . ثا)
- α الانتشارية الحرارية (م² / ثا)
- ρ الكثافة (كغم / م³)
- τ الزمن اللابعدي

جدول (1) الخواص الفيزيائية لجهاز قياس درجة الحرارة المستخدم في البحث

Specifications	
Temperature Range	-18 to 1050 C ⁰ (0 to 1922 F ⁰)
Accuracy	100 C ⁰ (212 F ⁰) to 1050C ⁰ (1922F ⁰) \pm 2 C ⁰ or \pm 2 % 0C ⁰ (32F ⁰) to 100 C ⁰ (212 F ⁰) \pm 2C ⁰ or \pm 2 % -18 C ⁰ (0F ⁰) to 0C ⁰ (32 F ⁰) \pm 3 C ⁰ or \pm 3% which ever is greater
Repeatability	1% of reading or 1C ⁰
Response time	500 m.Sce., 95% response
Spectral response	8 – 14 μ m
Emissivity	0.10 to 1.00 adjustable (pre – sci 0.95)
Ambient Operalingn range	0 to 70 %
Relative temperature	10 – 95 % RH noncondensing , up to 30% (86F ⁰)
Storage temperature	-20 to 60C ⁰ 85% RH , with out pillory
Weight / Dimension	148 g / 220 *134 *60 mm

جدول (2): تأثير تغير توجيه الجدار على متوسط كمية الطاقة المستهلكة للمترالمربع الواحد من الجدار خلال شهر تموز (23)

النسبة المئوية لتغير الطاقة المستهلكة نسبة للاتجاه الشرق %	الطاقة الكهربائية المستهلكة بوحدات kw-hr شهرياً	السعة التبريدية بوحدات طن تبريد شهرياً TOR/month	فرق درجات الحرارة بين الجدار والحيز C ⁰	درجة حرارة السطح الداخلي المواجه للغرفة Ti C ⁰	درجة حرارة السطح الخارجي للجدار To C ⁰	درجة حرارة الظل Tsh C ⁰	توجيه الجدار
-20.8	16.1	21.4	9.03	35.53	34.31	39.34	الشمال N
- 4.8	19.35	25.7	10.86	37.36	45.54		الشمال الشرقي NE
—	20.33	27	11.4	37.9	46.2		الشرق E
- 0.74	20.18	26.8	11.32	37.82	46.10		الجنوب الشرقي SE
- 2.61	19.8	26.3	11.1	37.6	45.84		الجنوب S
+ 5.26	21.4	28.4	12	38.5	47.02		الجنوب الغربي SW
+ 2.61	20.86	27.7	11.7	38.19	46.55		الغرب W
- 5.02	19.3	25.65	10.83	37.33	45.41		الشمال الغربي NW



مساحة الجدار ومواقع وضع متحسسات درجة الحرارة في كلاً من الوجهين

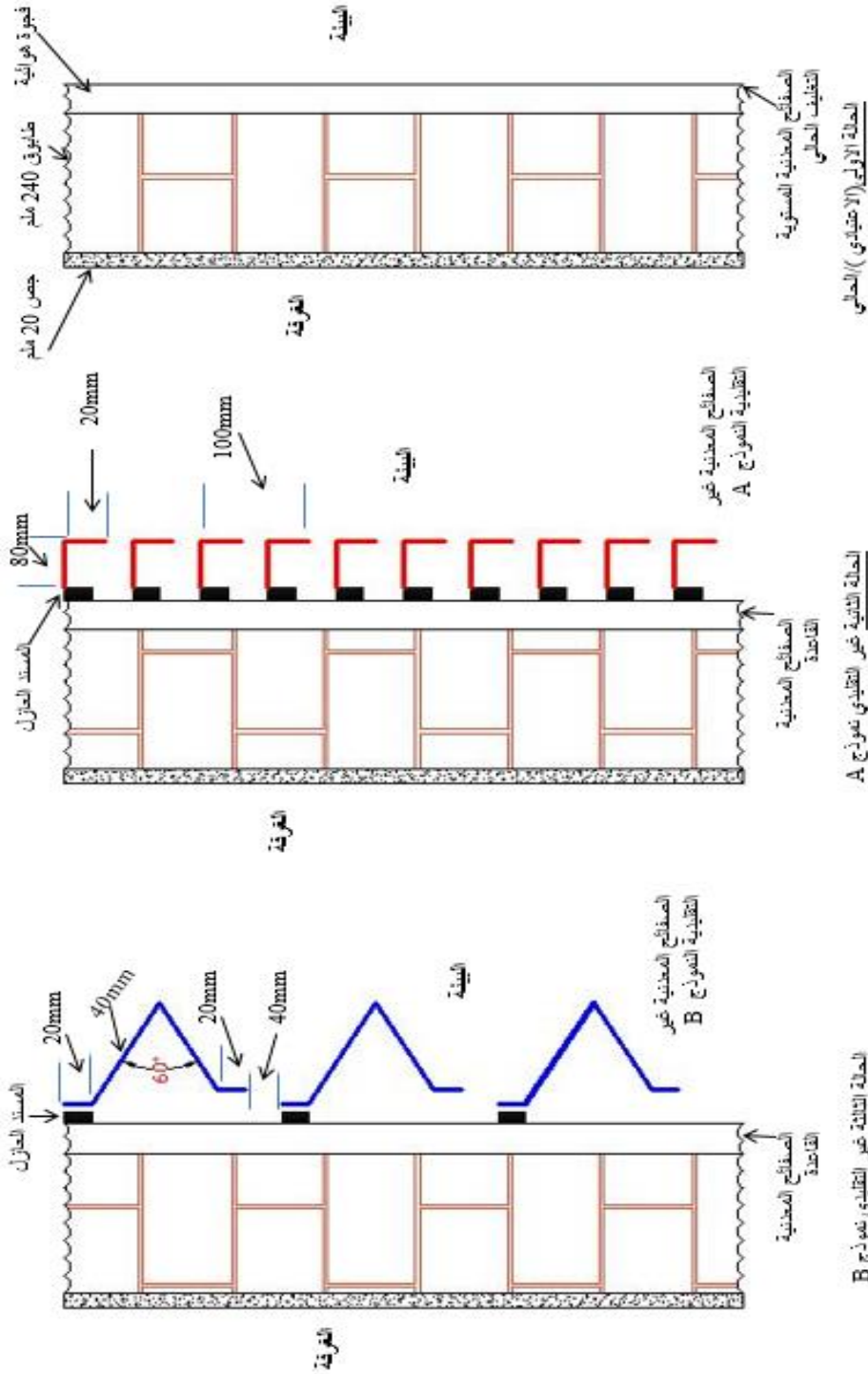
شكل (1) تفاصيل غرفة الاختبار وموقع المتحسسات ضمن الجدار

جدول (3) تفاصيل النتائج المستخلصة من الدراسة التجريبية

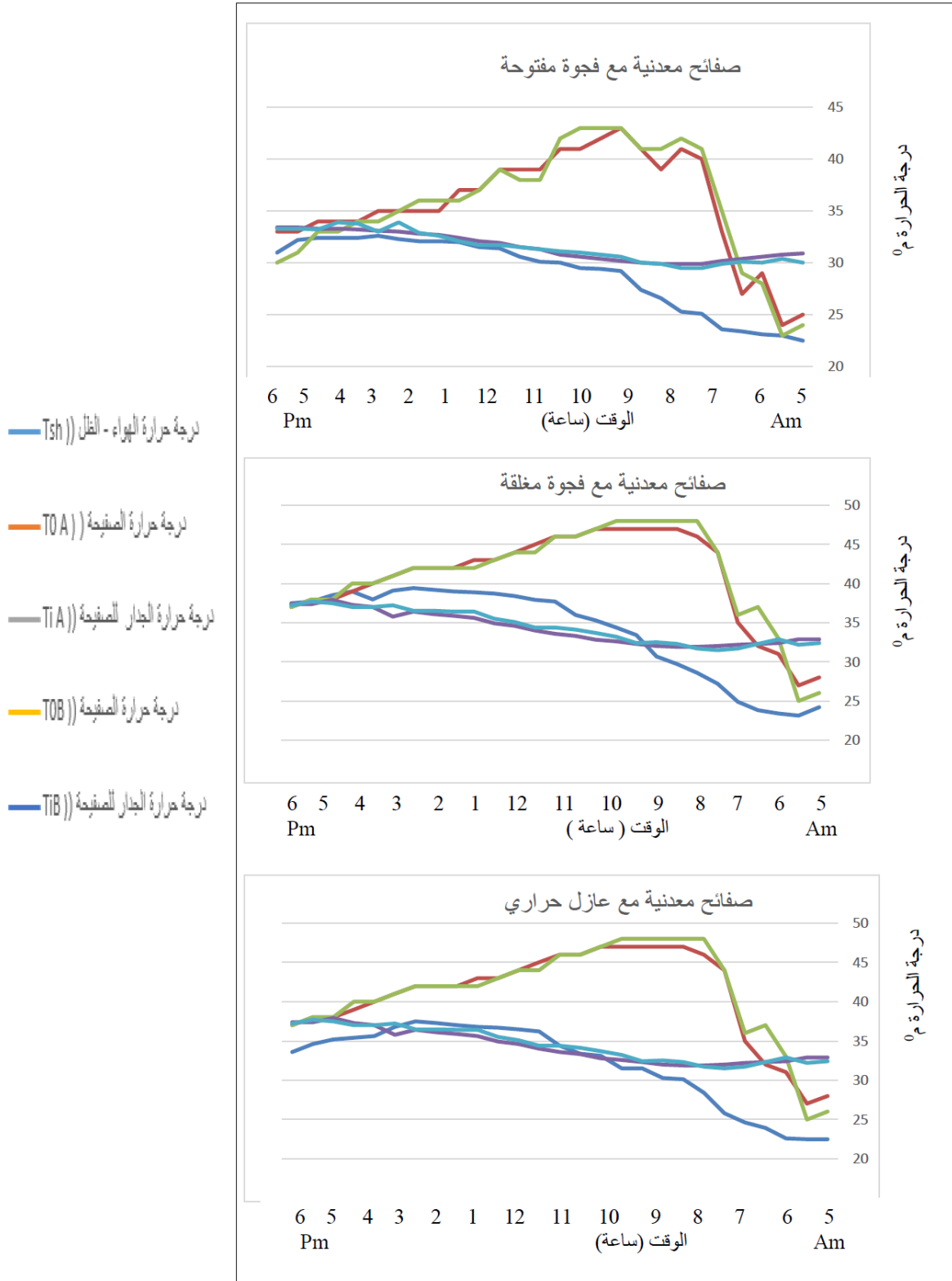
النسبة المئوية للطاقة الموفرة بالمقارنة مع جدار مشيد من الطابوق العادي	الطاقة الكهربائية المستهلكة $\frac{kW - hr}{m^2}$	الحمل التبريدي $kW/m^2 Q$	فرق درجات الحرارة بين طبقة الجدار المواجه للغرفة وهواء الغرفة Δt_{i-r}	فرق درجات الحرارة على طرفي الجدار Δt_{i-o}	درجة حرارة سطح الجدار المواجه للغرفة T_i, C^0	T_0	T_{sh}	طبيعة اشغال الفجوة	استخدام الطلاء	طبيعة الصفيحة المعدنية			
-	144.1	191.7	25.7	1.0	50.44	متوسط درجة حرارة سطح الصفيحة المعدنية المواجه للبيئة 39.53^0m 51.44^0m	متوسط درجة حرارة الهواء / الظل 39.53^0m	فجوة هوائية مفتوحة	عدم وجود	صفائح مستوية			
9.65	130.2	173.1	23.8	1.24	50.3			فجوة هوائية مغلقة	وجود				
17	119.6	159	22.33	2.61	48.83			عازل حراري			عدم وجود		
9.2	113.7	151.2	21.5	4.05	47.39			فجوة هوائية مفتوحة				وجود	
37.4	95.99	127.62	18.93	6.01	45.43			فجوة هوائية مغلقة					عدم وجود
47.2	76.1	101.2	15.9	7.4	40.9			عازل حراري					
37.6	90	119.7	18.04	6.9	44.6			فجوة هوائية مفتوحة		عدم وجود			
43.4	74.44	99	15.64	9.3	42.13			فجوة هوائية مغلقة	وجود				
63.4	52.98	70.4	12.1	12.9	38.6			عازل حراري			عدم وجود		
46	77.82	103.5	16.17	8.8	42.7			فجوة هوائية مفتوحة				عدم وجود	
57	61.9	81.0	13.45	11.5	39.95			فجوة هوائية مغلقة					عدم وجود
68	46.1	61.3	10.9	14.03	37.4			عازل حراري					
38.7	88.4	117.6	17.8	7.14	44.3			فجوة هوائية مفتوحة		عدم وجود			
50.8	71.0	97.3	15.15	9.9	42.05			فجوة هوائية مغلقة	عدم وجود				
68.5	45.5	60.3	10.8	14.13	37.3			عازل حراري			عدم وجود		
47.4	75.8	100.8	15.85	9.09	42.4			فجوة هوائية مفتوحة				عدم وجود	
63.3	52.93	70.4	12.1	12.9	38.6			فجوة هوائية مغلقة					عدم وجود
70.8	42.18	56.1	10.2	14.8	36.6			عازل حراري					

جدول (4) سمك وكثافة وكلفة استهلاك الطاقة الكهربائية لأغراض التكييف لبعض أنظمة تغليف الواجهات في العراق (من قياسات الباحث)

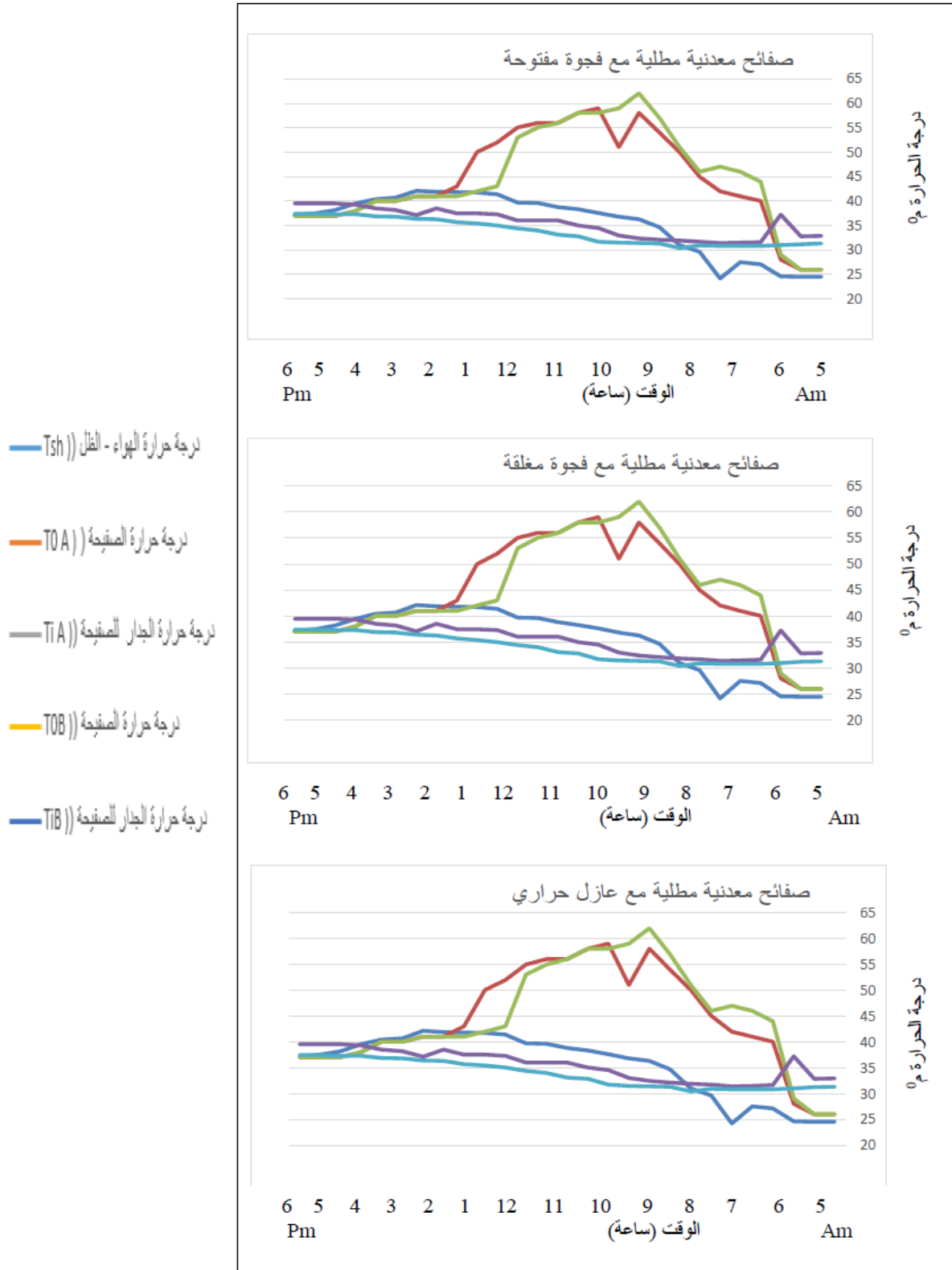
مادة التغليف المستخدمة	سمك المادة mm	الكثافة الكتلية Kg/m ³	المعامل الاجمالي لانتقال الحرارة W/m ² k	وجود العازل الحراري 26ملم عن عدمه	الحمل التبريدي الناشئ شهريا عن الجدار KW/m ²	استهلاك الطاقة الكهربائية شهريا لأغراض التكييف kW- hr شهريا	كلفة تنفيذ المتر المربع الواحد (دولار)
مرمر طبيعي	20	2650	1.546	—	120.6	25.9	120
			0.872	وجود عازل	99.12	21.3	123
سيراميك	6	2304	1.53	—	110.8	23.7	30
			0.867	وجود عازل	85.72	18.4	33
حجر حلان	40	1680	1.485	—	101.2	21.7	90
			0.852	وجود عازل	94.93	20.33	93
طابوق مجوف (جمهوري/ جققيم)	120	1200	1.1	—	93.8	20.1	25
			0.71	وجود عازل	79.67	17.1	28
غلاف معدني عاكس (الحسابات مع وجود هيكل حديدي) المعروف بالأكابوند	27	1716	—	—	94.93	20.3	80
			—	وجود عازل	83.7	19.7	83
الغلاف المعدني المقترح مع الهيكل الحديدي نموذج(2)	سمك الصفحة 6 ملم بينما السمك الكلي للمقطع 34 ملم			—	56.1	11.2	22
				وجود عازل	43.2	8.4	25



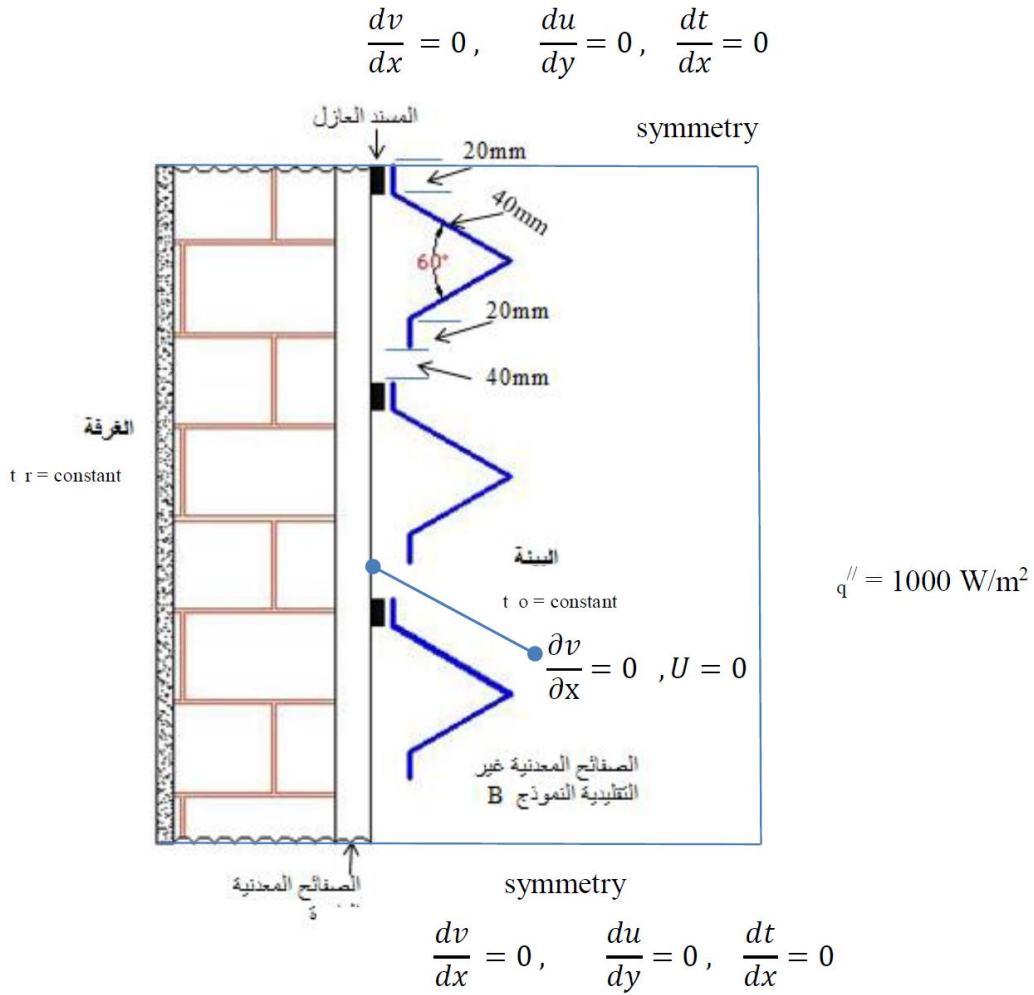
شكل (2) تفاصيل التغليف المعدني المستخدم الاعتيادي والمقترح غير التقليدي لنموذج A, B



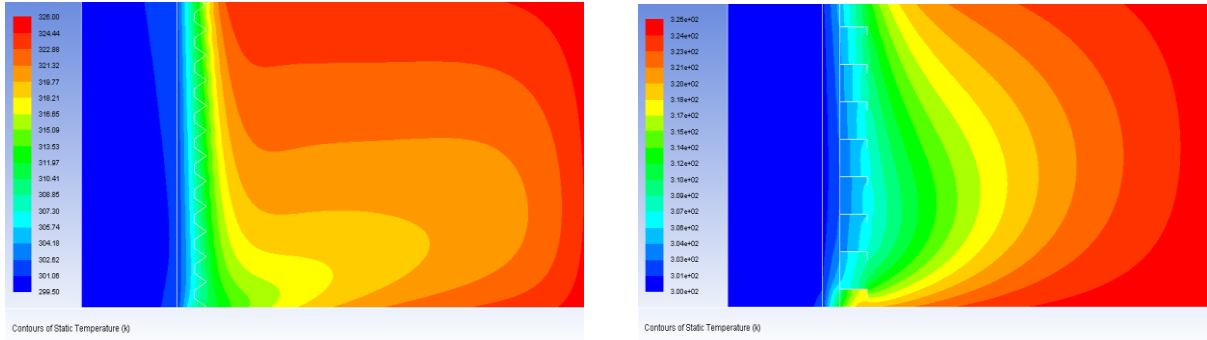
شكل (3) السلوك الحراري للساعي للجدار المغطى بالالمنيوم الاعتيادية



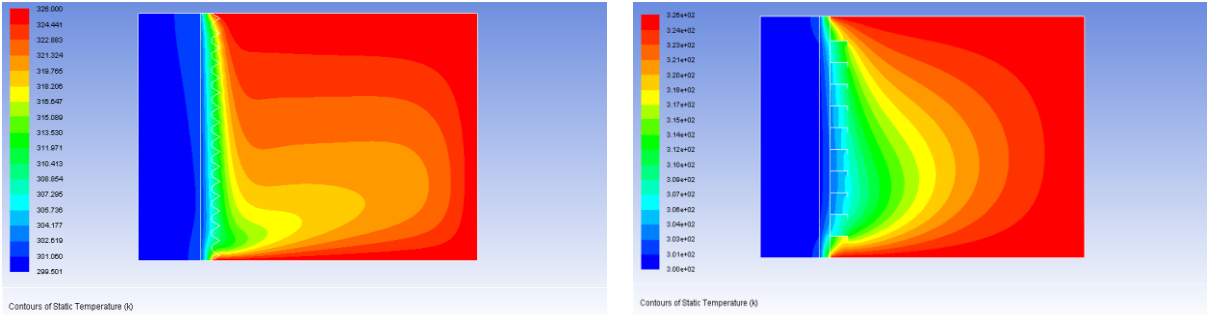
شكل (4) السلوك الحراري الساعي للجدار المغطى بالالواح الالمنيوم المطلية حراريا



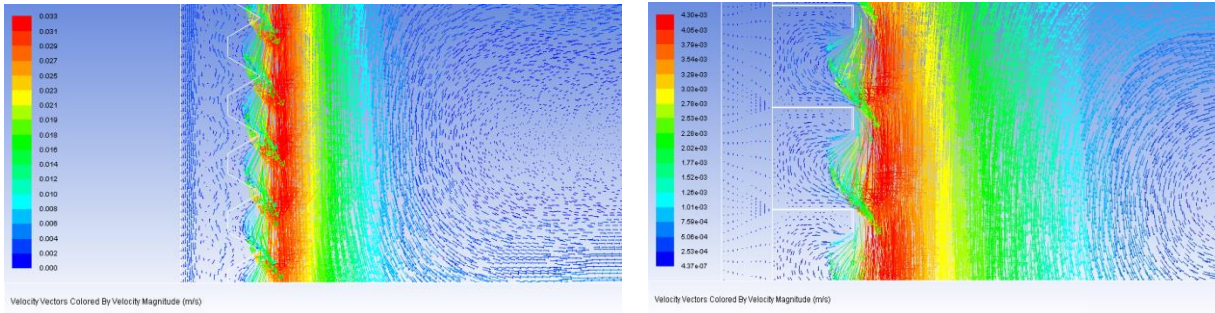
الشكل (5) الظروف الحدية المفترضة للدراسة العددية



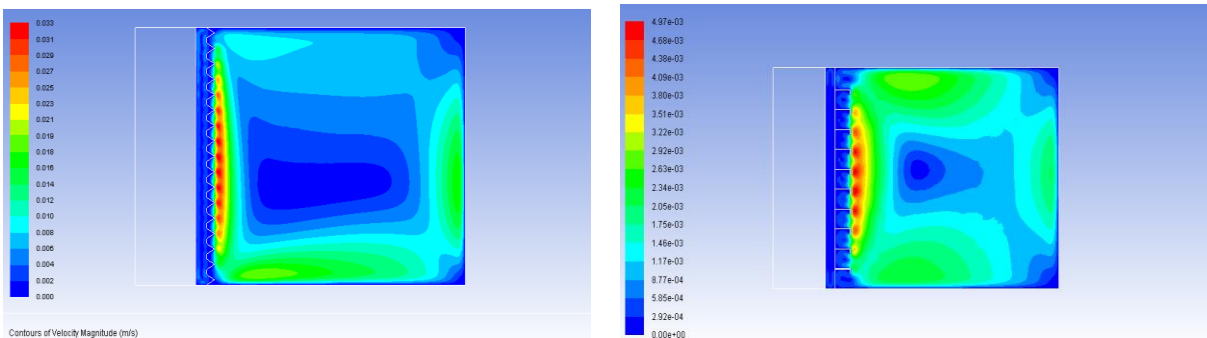
الشكل (6) المخطط الكنتوري لتوزيع درجات الحرارة قرب القطع المعدنية المغلقة للجدار للنموذج A , B على التوالي



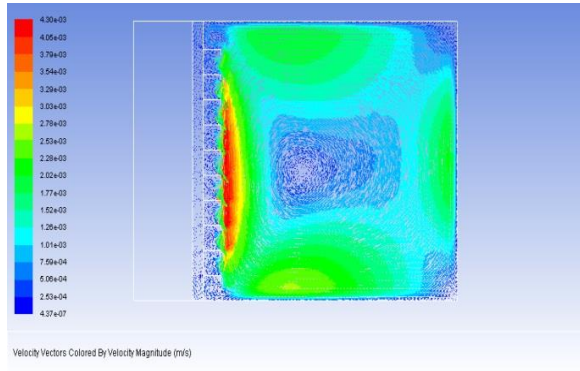
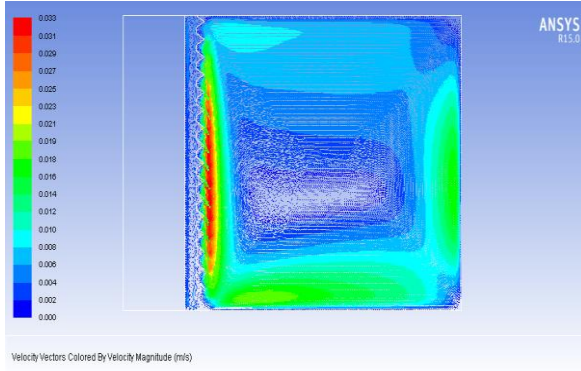
الشكل (7) المخطط الكنتوري لتوزيع درجات الحرارة للمنطقة الوسطى المكبرة من الشكل (6)



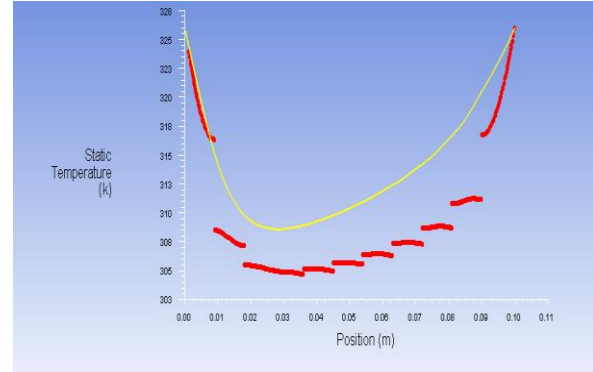
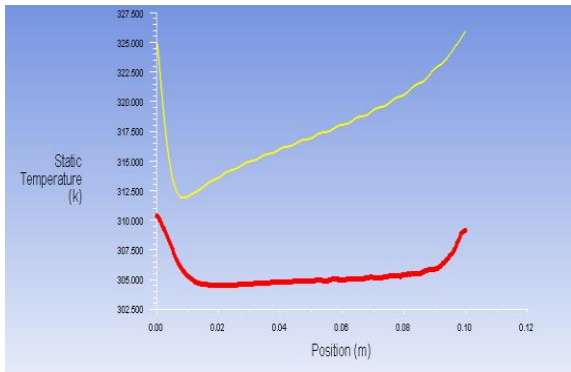
الشكل (8) المخطط الكنتوري لمركبات السرعة القريبة من الجدار المغلف بالصفائح بنوعين A , B على التوالي



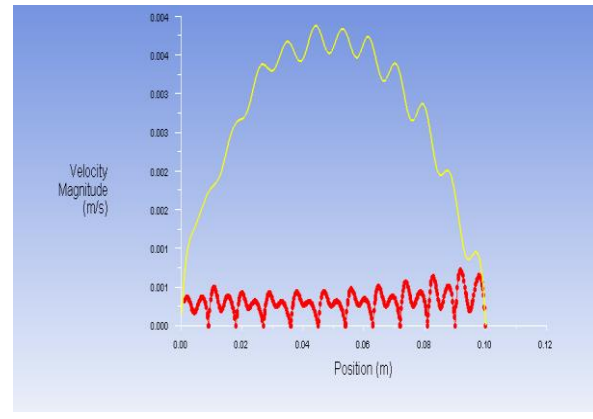
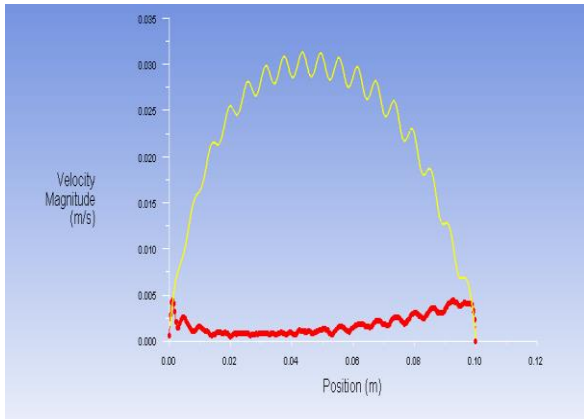
الشكل (9) المخطط الكنتوري لسرعة الهواء امام الصفيحة (قيد الدراسة) A , B على التوالي



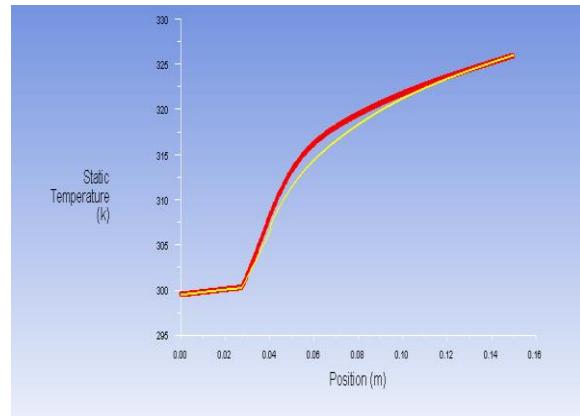
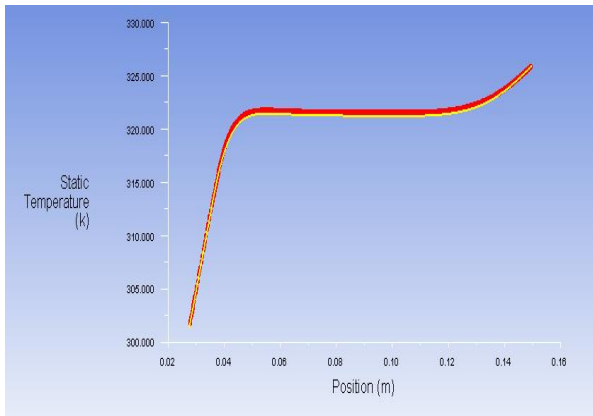
الشكل (10) تغير المخطط الكنتوري لمركبات السرعة للصفائح (قيد الدراسة) A , B على التوالي



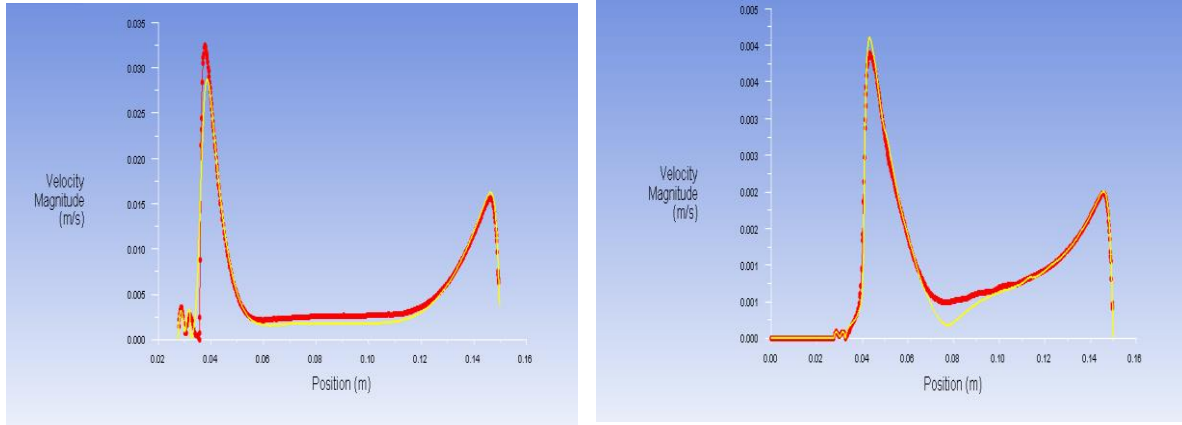
الشكل (11) توزيع درجات الحرارة خلال المقاطع (A , B) للصفائح (A , B) قيد الدراسة على التوالي



الشكل (12) مقدار السرعة في المقاطع (A , B) للصفائح (A , B) قيد الدراسة على التوالي



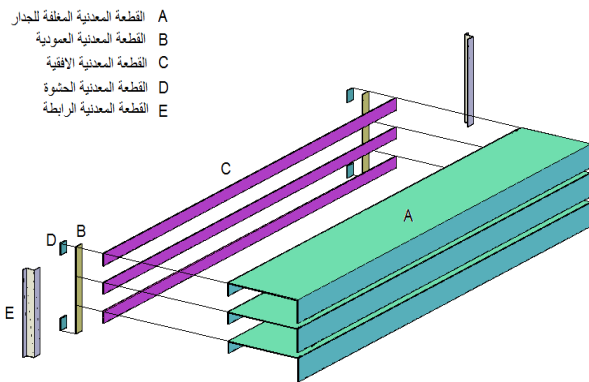
الشكل (13) توزيع درجات الحرارة خلال المقاطع الافقية (C , D) للصفائح (A , B) قيد الدراسة على التوالي



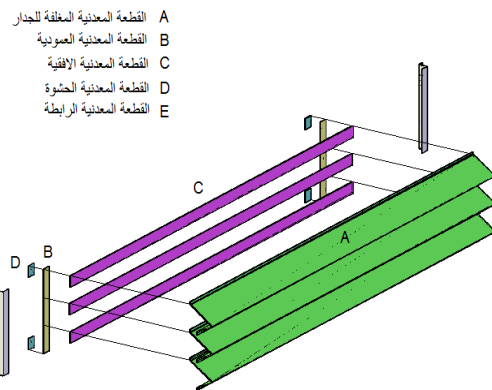
الشكل (14) مقدار السرعة خلال المقاطع الافقية في المنطقتين (C , D) للصفائح A , B قيد الدراسة على التوالي

الملحق

لسهولة استخدام القطع المعدنية المقترحة في تغليف واجهات الابنية لا بد من أن يكون تصنيعها مسبقاً في ورش خاصة وتنتقل حسب العدد المطلوب الى موقع الانشاء (التغليف) لغرض التركيب .
 يتم تصنيع القطع في ابعاد (500 * 200) ملم (من الممكن تصنيعها بابعاد أخرى) وكما موضح في المخطط ادناه .
 تم استخدام زوج من المساند العمودية (قطع المنيوم) بابعاد (20 * 200) ملم ويسمك (1) ملم ، وكذلك استخدمت نفس المساند بابعاد (20 * 500) ملم عرفت بالمساند الافقية ، يتم تجميعها مع المساند العمودية لتشكيل شبكة تستند وتثبت القطع المعدنية ، اضافة الى استخدام قطع رابطة عرفت بالحشوة مربعة الشكل ابعادها (20 * 20) ملم ويسمك (1) ملم يتم تثبيتها في الزوايا الاربعية للشبكة لغرض توفير حركة للهواء خلال هذه الصفائح .
 يتم قطع وثني وتشكيل القطع المعدنية المقترحة بالشكل (A , B) وتجمع على هذه الشبكة لحاماً او ربطاً باستخدام مسامير تونك ، وفي موقع العمل تستخدم قطع رابطة بتجميع كل قطعة مع ما يجاورها او يعلوها وبذلك يتشكل لدينا الانهاء الخارجي .



تفاصيل التجميع المقترح للقطعة المعدنية المغلفة للجدار (قيد الدراسة) نوع A



تفاصيل التجميع المقترح للقطعة المعدنية المغلفة للجدار (قيد الدراسة) نوع B

The effect of building facade Recovering by unclassical configuration reflecting Aluminum plates on energy consumption Numerical and Experimental Study

Atif Ali Hasan ¹, Kadhum Audaa ²

¹ Assistant Professor, ² Lecturer, Middle Technical University

¹ Atif56ali@yahoo.com

Abstract

The present numerical and experimental study aims to specify the amount of conserved electrical energy by reducing the environment effects on the building in summer season by covering the outer surfaces wall with plates were made from reflected aluminum of [ANS H35.1(2001)] with unconventional configurations. The room model was with dimensions of (1×1×2) m located in 3rd floor of a building in Baghdad city at latitude of (33.2 N°). Using 200 mm thickness thermal insulation type of styropor (polystyrene) to cover the roof, ground and three walls inside room to reducing the heat transfer through these walls. Moreover, the wall of (1×2) m under study was at orientation to the east. This room was equipped with an air-conditioning unit with capacity of (1 Ton) to provide a cold space inside the room to obtain the standard thermal condition. The temperatures were recorded on the outer and inner surfaces of the wall. The air temperatures were recorded in the shadow for one day only (from 5 am to 6 pm) through summer months of 2015. The results show that the using proposed plates reducing the electrical energy consumption for cooling purpose and obtained an improved in saving was about (43.4- 50.8)% for closed air gap case in behind it. However, when using the thermal insulation the saving was about (62.5-63.4) %. While the saving was increased when that plates painted by thermal paints the saving raised to (57-63.3) % at presence the closed air gap and the saving becomes (68-70.9) % when adding the thermal insulation.

Keywords: Building Façade covering- materials plates – thermal paint – air gap open and closes– cooling load reduction.