



مركز أبحاث البناء
Building & Construction
Research Center

بسم الله الرحمن الرحيم

ورشة عمل

رام الله في ٢٠٠٤/٢/١٢



رام الله ص.ب ١٧٠ تلفون: ٢٤٠٣٧٦٨ / ٠٥٩٨٧٧١٤٣ - فاكس: ٢٩٥٠٢٣٤

Palestine - Ramallah, P.O Box 170. Tel: 972 2 240 3768 / 970 59 877 143 - Fax: 972 2 295 0234

www.bcrc-pal.org

E-Mail: cmrc@palnet.com

طرق عملية للعزل الحراري للمباني القائمة والتي في طور الإنشاء

البناء المحلي

تتميز المنشآت المحلية باعتمادها الكلي تقريبا على مادتي الخرسانة والحجر كعناصر أساسية في البناء، وبالرغم من اختلاف المواد المشقة من هاتين المادتين والطرق المستعملة في البناء إلا أن عنصرا مهما مشتركا بينهما ألا وهو انخفاض العازلية الحرارية للجدران أو الأسقف والأرضيات التي تبنى بها، حيث أنه من المعروف أن معامل التوصيل الحراري للحجر و الخرسانة ومشتقاتهما كالطوب والقضارة يزيد عن 12 (BTU/hr.ft².F°) وهو رقم عال جدا إذا ما قورن ببعض المواد المستعملة في أوروبا وأمريكا كالخشب مثلا الذي لا يزيد معامل التوصيل له عن (1.1 BTU/hr.ft².F°) أي أقل من العشر تقريبا، ناهيك عن صعوبة إضافة مواد عازلة بين طبقات المنشآت الخرسانية وسهولتها في المباني الخشبية أو الفولاذية التي تتكون عادة من طبقتين بينهما فراغ يمكن أن تضاف إليه أي مادة عازلة مناسبة.

إن ارتفاع معامل التوصيل الكلي للبناء الخرساني يجعل هذه المباني غير مريحة من الناحية المناخية لسكانها فهي شديدة البرودة شتاءً وشديدة الحر صيفا، ونظرا للقدرة التخزينية الهائلة لكتل الخرسانة الثقيلة فإنها بالتأكيد تحتفظ ببرودتها أو بسخونتها لمدة طويلة، بحيث أننا في كثير من الأحيان نشعر أن الجو داخل المبنى أسوأ من خارجه، فنجد أن الأشخاص لا يرغبون بالبقاء داخل منازلهم صيفا لشدة حرها حتى في ساعات الليل، ويشكون من شدة بردها في أيام الشتاء رغم أن جو بلادنا معتدل نسبيا.

إضافة إلى عدم توفر المناخ المناسب لراحة الإنسان في هذه المباني كذلك فإن تكلفة التدفئة والتكييف لهذه المباني عالية جدا وتغزو طاقة معظم فئات المجتمع المحلي الذي يعتبر بأغلبيته من ذوي الدخل المحدود، وفي نفس الوقت تعتبر الطاقة اللازمة للتدفئة والتكييف كالمحروقات والكهرباء عالية التكلفة بل أن تكلفتها تعتبر عالية جدا مقارنة مع معظم دول العالم الفقيرة والغنية، وهذا يشكل عبئا ماليا كبيرا على الفرد والدولة، وكان من أبرز نتائج عدم توفر وسائل التدفئة والتكييف المناسبة في معظم المباني السكنية والمباني العامة ومدارس الأطفال، وهو ما يؤدي بالنهاية لتعرض الأفراد للإصابة بالأمراض البسيطة والأمراض المزمنة التي تؤثر على القلب والجهاز التنفسي والهضمي والمفاصل.

العزل الحراري حاليا:

بعد عملية مسح لعدد كبير من المباني المحلية السكنية والعامّة تبين لنا أن أقل من ٢٠٪ من هذه المباني تشمل نوعا أو شكلا من أشكال العزل، ومعظم هذه المباني إما أنها أنشأت من مؤسسات دولية تهتم بعملية العزل أو يملكها أفراد معينون لديهم إلمام بأهمية العزل. علما بأن أشكال العزل المتوفرة حاليا تتسم بما يلي:

- العزل جزئي وغالبا ما يكون للجدران.
- المواد العازلة المستعملة لها معمل عزل منخفض جدا مقارنة مع الأرقام المتعارف عليها عالميا
- سوء استعمال هذه المواد خلال عملية التنفيذ.
- عدم مناسبة المواد المستعملة لمواد الإنشاء المحلية.
- وجود ضعف بقوة المنشأة أو أجزاء منها نتيجة إضافة العازل.

إن العيوب السابقة الذكر تجعل الفائدة المرجوة من عملية العزل دون المستوى المطلوب، أما الأسباب الرئيسة لهذه العيوب فهي:

- عدم توفر الوعي الكافي لدى المواطن والمهندس والمقاول لأهمية العزل الحراري للمباني.
- عدم توفر الخبرة الكافية والتدريب اللازم لدى المهندسين والعمال في كيفية استعمال مواد العزل المختلفة.
- رغبة الكثير من أصحاب البنايات أو المقاولين في توفير أي مصاريف (غير أساسية!) في المبنى.
- عدم وجود أي أنظمة أو تعليمات ملزمة بالعزل الحراري كما هو الحال في دول العالم الغربي.
- عدم قيام الخبراء والأكاديميين المختصين في مجال البناء بمحاولة عملية لحل المشكلات القائمة واهتمامهم غالبا في نقل التكنولوجيا الغربية إلى بلادنا رغم عدم ملاءمتها في كثير من الأحيان.

العزل الحراري المطلوب

عندما بدأت بالتفكير بحل مشكلة عدم توفر عزل مناسب في المباني المحلية وضعت مجموعة من الأسس التي يجب توفرها لضمان نجاح أي طريقة جديدة، وأهم هذه الأسس ما يلي:

١. انخفاض التكلفة إلى حد كبير بحيث لا تكون نسبة تكلفتها إلى تكلفة المبنى الكلية بسيطة جدا.
٢. استعمال مواد محلية أو مواد متوفرة باستمرار.

٣. المواد العازلة لها مقاومة عالية جدا نسبة لما هو موجود حاليا كما أنها لا تتغير مع الزمن ولا تتآكل بفعل المناخ أو المواد الكيماوية أو الحشرات وغيرها.
٤. سهولة التنفيذ.
٥. ملاءمتها مع طرق البناء المحلية.
٦. ملاءمتها مع الأشكال المختلفة للبناء.
٧. مقدرتها على عزل كافة أجزاء المبنى التي تتعرض للجو الخارجي.
٨. أنها لا تغير طبيعة المبنى من حيث الشكل أو المواد المستعملة، أي أن الساكن لا يشعر بأي فرق عما اعتاد عليه.
٩. أنها لا تضعف المبنى أو أي أجزاء منه.
١٠. التخلص من التخزين الحراري العالي نتيجة الكتل الضخمة التي تصل ما بين داخل المبنى والجو الخارجي.

بناء على هذه الأسس فقد كانت الاستراتيجية التي اعتمدت عليها تقوم على الأساس التالي:

وجود غلافين في المبنى الأول خارجي من الخرسانة والحجر وغيره ذو متانة عالية والآخر داخلي قليل الوزن (لتقليل التخزين فيه) وذو متانة عالية ومقبول محليا، وهما منفصلان حراريا عن بعضهما البعض

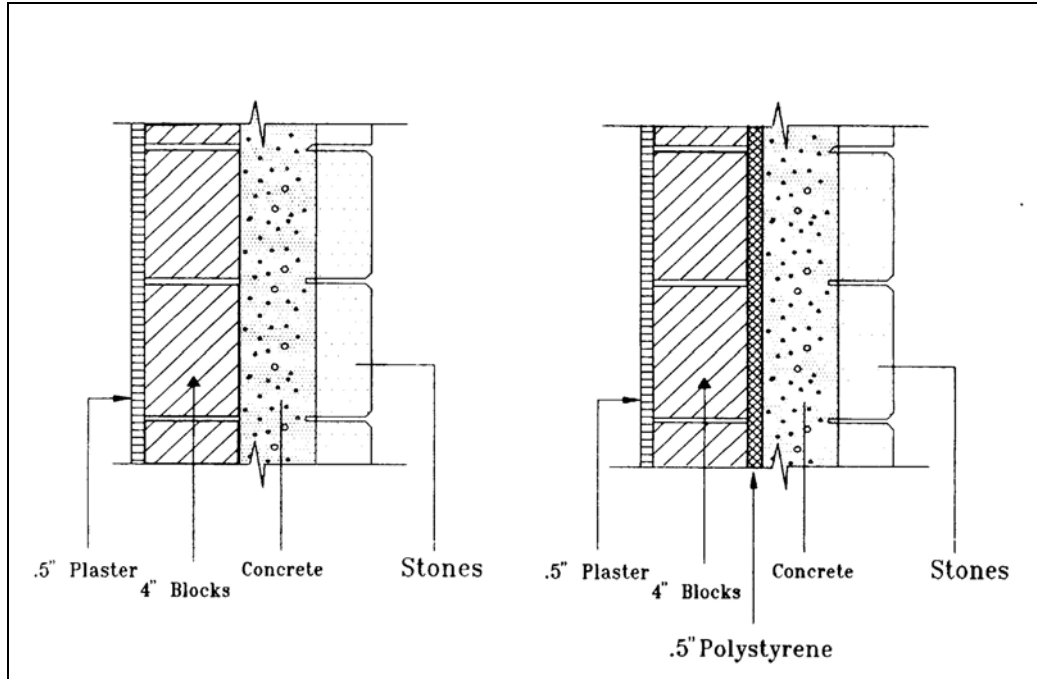
بعازل فعال

وبطبيعة الحال كلا الغلافين متصلين ببعضهما البعض ولكن من خلال مواد قليلة التوصيل للحرارة بحيث أنها لا تشكل جسورا حرارية بينها.

طرق العزل الحالية:

إن الطريقة الوحيدة الفعالة لعزل الجدران أو الأسقف حراريا تتم حاليا من خلال استعمال مادة البوليسترين (الكلكل)، وعادة ما يتم وضع لوح من البوليسترين بسماكة ١,٥-٢ سم داخل الجدار، أو وضع (طوب) من البوليسترين في الأسقف أو الأرضيات. ووفقا للوحدات البريطانية فان عازلية ألواح البوليسترين تساوي تقريبا $1.5 \text{ hr.ft}^2.\text{F}^\circ/\text{BTU}$ لكل ١ سم سماكة. أي أن قيمة العازلية للجدران يمكن أن تتضاعف عند وضع لوح سماكته ٢ سم، ولكن هذه المقاومة الحرارية تبقى بعيدة جدا عن الحد الأدنى المطلوب وهو (12 $\text{hr.ft}^2.\text{F}^\circ/\text{BTU}$) رغم أن هذا الرقم قد رفعت قيمته كما حددته المواصفات الجديدة في الولايات المتحدة وأصبح وهو رقم عال جدا. (24 $\text{hr.ft}^2.\text{F}^\circ/\text{BTU}$)

الرسم التالي يبين طريقة وضع لوح الكلكل في جدار من الحجر و الخرسانة والطوب



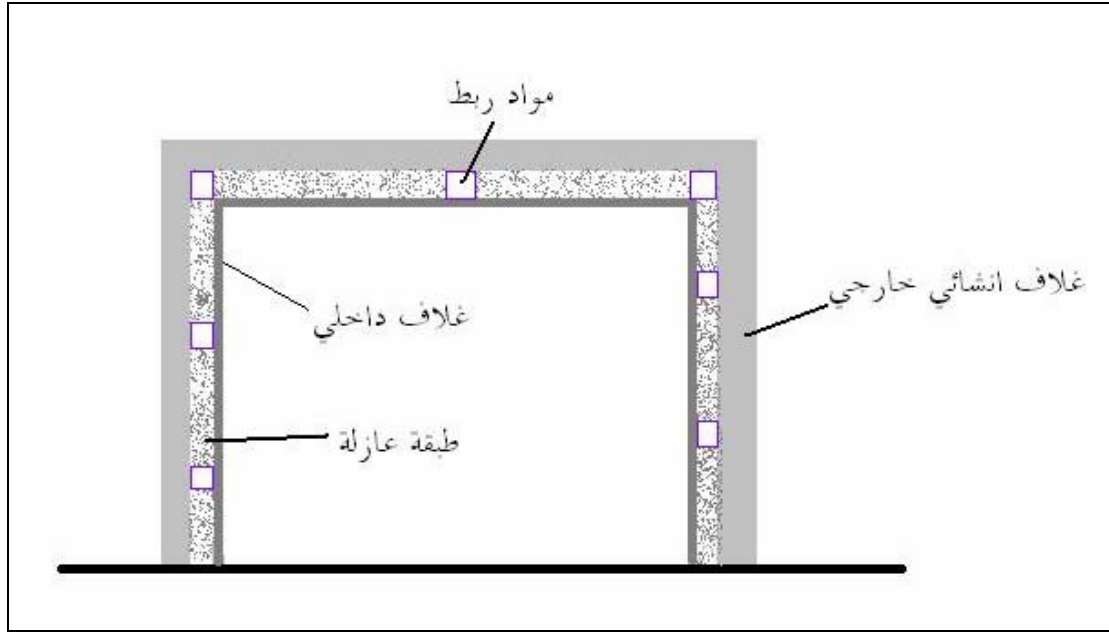
شكل (١) رسم توضيحي يبين طريقة وضع لوح الكلكل ما بين الطوب والخرسانة في الجدران المحلية.

إن هذه الطريقة تتسم بعدد كبير من العيوب أهمها:

١. إن تقسيم الجدار إلى قسمين سيؤدي بالتأكيد إلى إضعاف متانته.
٢. إن عملية صب الخرسانة إلى جانب ألواح الكلكل ستؤدي إلى تكسر أجزاء منها أو تسرب الخرسانة بين الألواح المختلفة وهو ما سينتج عنه جسور حرارية.
٣. لا يمكن وضع الألواح في الأعمدة أو الجسور.
٤. إن مادة البوليسترين حساسة جدا لكثير من المواد الكيماوية المتطايرة كالكحول ومشتقات النفط، لذا فإنها غالبا ما تختفي وتذوب بعد عدة سنوات جزئيا أو كليا.
٥. بعض الحشرات تقوم بتفتيتها إلى أجزاء صغيرة.
٦. لا يمكن وضعها عند نقاط الالتقاء بين الجدران والأسقف والأرضيات.
٧. في حالة استعمالها في الأسقف فهي غير متصلة تماما وتوجد جسور كثيرة بينها.
٨. لا يمكن عمل هذه الطريقة في مبان قائمة دون إزالة الجدار أو إضافة جدار جديد وسميك إلى جواره.
٩. إن العازل (الكلكل) موضوع داخل الجدار وبعد مسافة ليست قليلة من جو الغرفة الداخلي.

العزل المقترح

كما بينت سابقا أن الطريقة الفعالة للعزل يجب أن تقوم على أساس وجود غلافين أحدهما داخلي رقيق ومتين والآخر خارجي قوي ويفصل بينهما طبقة مناسبة من مادة شديدة المقاومة للحرارة كما هو موضح في الرسم التوضيحي التالي :



شكل (٢) رسم توضيحي يبين مبدأ وجود غلافين داخلي وخارجي معزولين تماما عن بعضهما

وبعد دراسة مواد العزل المتوفرة حاليا تبين لنا أن أهم هذه المواد ما يلي :

- فرشات الصوف الصخري أو الزجاجي وهي قليلة التكلفة.
- ألواح البولسترين أو الكلكل وهي قليلة التكلفة نسبيا.
- ألواح الفوم الصلب (البولثيرين) وهي جيدة المواصفات إلا أنها عالية التكلفة نسبيا.

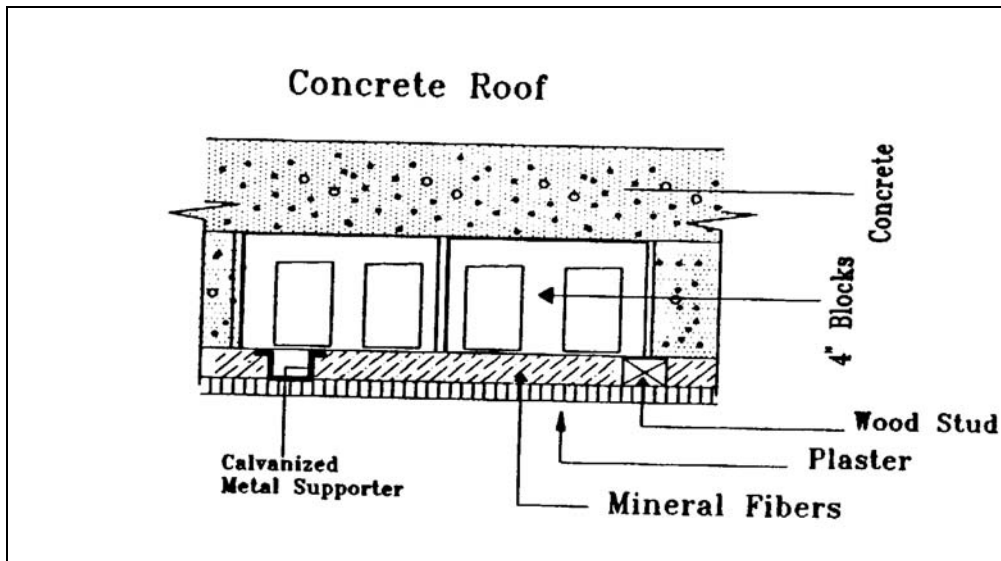
والطريقة المقترحة يمكن من خلالها استعمال أي من المواد الثلاث إلا أن مادة الصوف الصخري أو الزجاجي هي الأكثر تفضيلا للأسباب التالية

- هي أقلها من حيث التكلفة.
- وجود فرشات مثبت على أحد وجهيها طبقة رقيقة من الألمنيوم لعزل الرطوبة.
- إمكانية وضعها في الزوايا والمنحنيات وتشكيله بسهولة دون تكسيرها.
- عدم تأثرها بأي مؤثرات مناخية أو كيميائية أو حشرية مع الزمن.
- يمكن ضغطها بسهولة عند اللزوم.

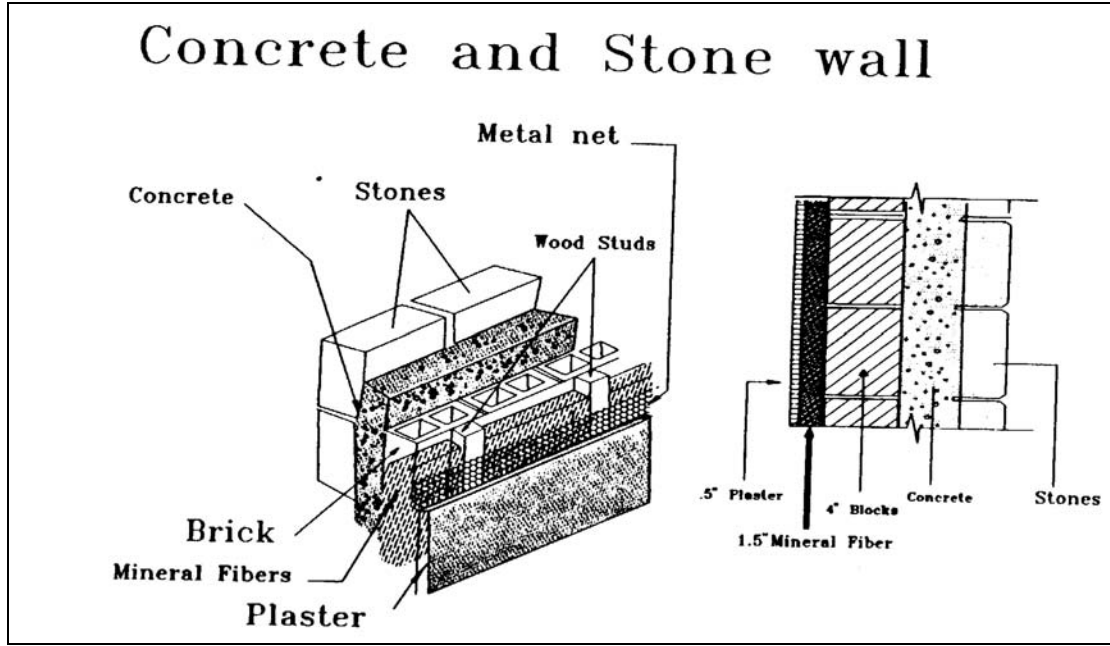
أما الطريقة المقترحة لتركيبها فمن الممكن عملها في المباني القائمة أي فوق طبقة القصارة الحالية أو في المباني قد الإنشاء وقبل القصارة. أما المادة المستعملة للربط بين الغلافين الداخلي والخارجي فهي عوارض (مورينات) من الخشب سمكها يتناسب مع سمك العازل المقترح (٢,٥-٥سم). وتثبت على الجدران والسقف على مسافات تتناسب مع عرض فرشاة الصوف الصخري المتوفر (٦٠-٩٠سم عادة)، والطريقة كما يلي:

١. تثبت العوارض الخشبية بشكل عمودي ومتوازي على الجدران وأفقيا على السقف على امتدادا عوارض الجدران. ويتم التثبيت بواسطة براغي مع محشرات بلاستيكية لمنع تسرب الحرارة قدر الإمكان.
٢. تثبت فرشاة الصوف الصخري بين العوارض على الجدران والأسقف.
٣. يثبت فوقها شبك معدني خفيف ويكون مشدودة مثبتا بعناية بالعوارض الخشبية.
٤. تتم قصارة السقف والجدران على الشبك كما هو الحال في القصارة العادية.
٥. عند الفتحات كالشبابيك مثلا توضع العوارض الخشبية كبرواز لمنع ظهور العازل من تلك الفتحات وللمساعدة في تثبيت إطارات الشبابيك وغيرها.

الرسم التالي يوضح طريقة إضافة العازل للأسقف والجدران



الشكل (٣) تثبيت العازل على السقف



شكل (٤) رسم توضيحي يبين طبقات الجدار بعد إضافة العازل

المقاومة الحرارية

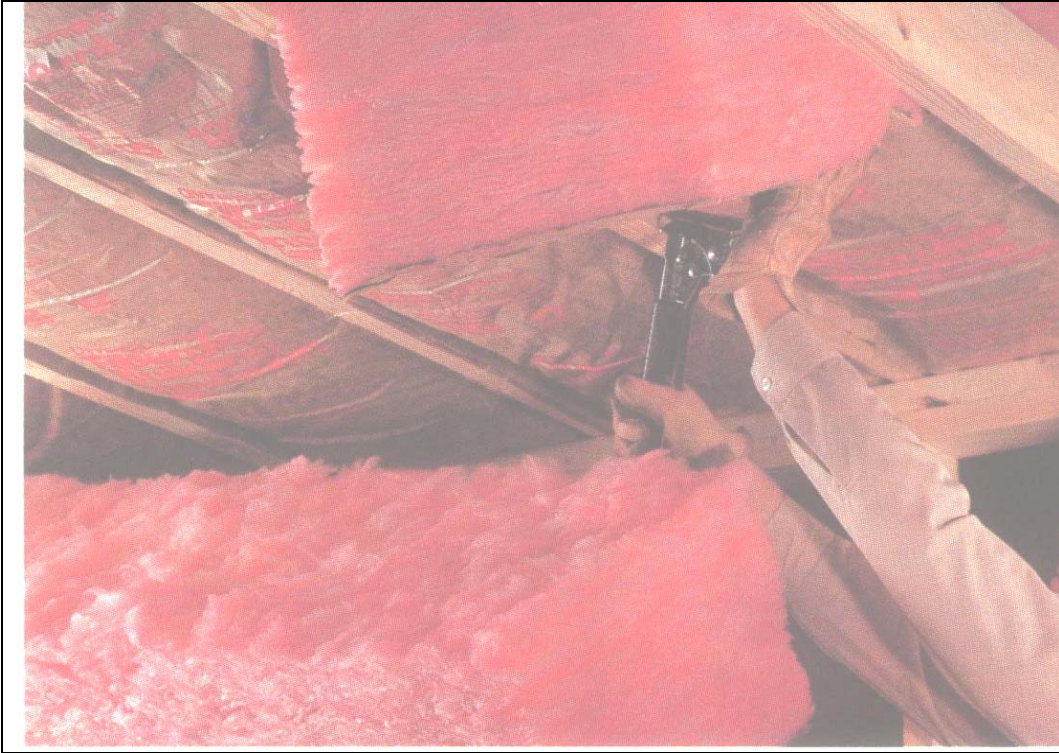
إن إضافة الصوف الصخري إلى السقف والجدار ستؤدي إلى رفع المقاومة الحرارية بشكل كبير، وتتراوح قيمة المقاومة الحرارية للصوف الصخري ما بين $(1-2.5 \text{ hr.ft}^2.\text{F}^\circ/\text{BTU})$ لكل ١ سم سماكة وذلك حسب طريقة التصنيع والمواد المحسنة وغيرها. وحيث أن المقاومة الحرارية لجدار محلي من الحجر والخرسانة والطوب والقضارة (سمك ٢٥ سم) تساوي تقريبا $(2.2 \text{ hr.ft}^2.\text{F}^\circ/\text{BTU})$ فإن إضافة ٤ سم من الصوف الصخري يمكن أن ترفع هذه القيمة إلى أكثر من $(12 \text{ hr.ft}^2.\text{F}^\circ/\text{BTU})$ وهي القيمة المطلوبة كحد أدنى في بردنا، إضافة إلى أن هذه الطبقة من العازل تغطي الجدار والأعمدة والجسور، وهي لا تكون أي جسور حرارية مع الغلاف الخارجي. من المهم هنا الملاحظة أن الشبك المعدني رغم أنه ليس سميكاً إلا أنه يقدم فائدتين: فهو يساعد في تثبيت القضارة فوق العازل بسهولة، كما أنه يجعل القضارة شديدة القوة والتماسك بحيث يصعب كسرها أو تشققها رغم أن سمكها لا يتجاوز في معظم الأحيان ١,٥ سم.



صورة (١) طرسقة تثبيت الصوف الصخري بين العوارض الخشبية وقبل وضع الشبك عليه



صورة (٢) وضع الصوف الصخري على جدار جديد قبل القصارة



صورة (٣) تثبيت الصوف الصخري على السقف (لاحظ السمك حيث أنه أكبر من الجدران)