

استحداث مونة نانو أسمنتية منخفضة التكاليف للحد من استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني السكنية بالمملكة العربية السعودية  
Development of Low Cost Nano-structured Cementitious Plastering for Reducing Energy  
Demand of Residential Buildings in Saudi Arabia

\* Dr. Hamada Shoukry El Fakhry

\* حمادة شكري الفخري

Abstract

The aim of this study is to develop nanostructured lightweight fiber reinforced cementitious surface composite (NLWFRCC) with enhanced thermal resistance and reasonable mechanical strength and to assess the impact of its application on the energy efficiency of residential buildings in Saudi Arabia. White Portland cement (WPC) was partially replaced with different amounts of perlite ranging from 10% up to 70% (by volume) then substituted by 10% nano metakaolin. Natural fibers were added by 2% by mass of binder. The density, thermal conductivity, flexural strength and solar reflectivity were measured at 28 days of curing. It was found that; the density, thermal conductivity and flexural strength decrease with increasing replacements of cement by perlite, a reduction in thermal conductivity by 84% was achieved at 70% perlite. Even at 70% Perlite; the maximum reduction of flexural strength is approved by ASTM Standards moreover it is 3 times greater than the flexural strength requirements of standard specification for mortar cement. Incorporating perlite into WPC, led to a significant enhancement in reflectivity especially in near infrared region, an increase of about 33% was obtained at 70% perlite. In order to assess the quantitative impact of the decrease of thermal conductivity of NLWFRCC on the energy efficiency of a residential building, the building energy analysis program DesignBuilder 3.2 was used to simulate the annual energy consumption for a typical residential house in Saudi Arabia under the climatic conditions of Riyadh city. NLWFRCC caused a reduction in cooling energy consumption by about 34 %.

ملخص

أصبحت مسألة استهلاك الطاقة الكهربائية في قطاع المباني مسألة جوهرية تشغل دول العالم كافة ومن ضمنها المملكة العربية السعودية. أظهرت الدراسات أن الانتقال الحراري خلال الجدران والأسقف من أهم العوامل التي تزيد من الأحمال الحرارية داخل المبنى ومن ثم فهي تزيد من الطاقة اللازمة للتبريد لتحقيق الراحة الحرارية للإنسان، وبالتالي فإن زيادة كل من المقاومة الحرارية والإنعكاسية بالنسبة لأغلفة المباني يساهم بشكل كبير في توفير الراحة الحرارية لشاغلي المباني ومن ثم ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية. تحدف هذه الدراسة إلى تحضير مواد أسمنتية ذات مقاومة حرارية عالية وانعكاسية مرتفعة للإشعاع الشمسي مع الاحتفاظ بخواص ميكانيكية مقبولة (تناسب لاستخدامها في أغلفة المباني) ودراسة تأثير استخدام تلك المواد كطبقات تكسية على تحسين كفاءة الطاقة داخل المباني. ولتحقيق هذا الهدف تم استخدام الأسمنت المخلوط كمادة رابطة بدلا من الأسمنت البورتلاندي العادي. الأسمنت المخلوط المستخدم في هذه الدراسة هو أسمنت بورتلاندي أبيض مخلوط بنسبة 10% من جسيمات الطغلة النانومترية المنشطة حرارياً (المتاكاولين) ومن ثم الإحلال الجزئي للأسمنت بنسب مختلفة من حبيبات مادة البيرلايت تتراوح من 10% إلى 70% بالحجم. كما تم إضافة الألياف الطبيعية بنسبة ثابتة (2% من وزن الأسمنت) وقد تم استخدام النسب القياسية للماء لعمل المخاليط الأسمنتية. لدراسة الخصائص الفيزيولوجية والميكانيكية تم إجراء مجموعة من الاختبارات والتحليلات للعينات المتصلدة طبقاً للمواصفات القياسية الدولية وتشمل (الكثافة - التوصيلية الحرارية - مقاومة الإنشاء - الإنعكاسية - فحص التركيب الدقيق باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح) وذلك عند عمر 28 يوم من التهدرت. أظهرت النتائج أن كل من الكثافة التوصيلية الحرارية ومقاومة الإنشاء تقل مع زيادة نسبة الإحلال بالبيرلايت. الإحلال الجزئي للأسمنت بنسبة 70% بيرلايت أدى إلى خفض التوصيلية الحرارية بنحو 84% وزيادة الإنعكاسية بنحو 33% مقارنة بالعبية المرجعية التي لا تحتوي بيرلايت. حتى عند أكبر نسبة للبيرلايت (70%) فإن مقاومة الإنشاء الميكانيكي ليست فقط متوافقة مع اشتراطات المواصفات القياسية الدولية بل تقدر بثلاثة أضعاف الحدود الدنيا المنصوص عليها في تلك المواصفات. لتقييم الأثر الكمي لانخفاض التوصيلية الحرارية على كفاءة استخدام الطاقة في المباني السكنية تم استخدام برنامج تحليل الطاقة المعتمد دولياً DesignBuilder 3.2 محاكاة الاستهلاك السنوي لمنزل سكني نموذجي في المملكة العربية السعودية وبالتحديد مدينة الرياض. أظهرت نتائج المحاكاة أن استخدام المونة النانومترية في تكسية الغلاف الخارجي للمبنى أدى إلى خفض استهلاك الطاقة بنحو 34%.

\* King Khalid University, Science College, KSA

[البحث الألفائز بالمركز الأول في مجال الهندسة بالدورة الحادية والثلاثين لجائزة راشد بن

حميد للثقافة والعلوم ]

\* جامعة الملك خالد ، كلية العلوم ، المملكة العربية السعودية