Journal of Engineering Sciences, Assiut University, Vol. 36, No.5, pp.1245 -1253, September 2008

GLAZED OPENINGS' DESIGN AND ITS EFFECT ON ENERGY CONSUMPTION IN SAUDI ARABIA

Khalid Alshaibani
College of Architecture and Planning, King Faisal University, Dammam, Saudi Arabia
Email: kshaibani@gmail.com

(Received May 25, 2008 Accepted July 28, 2008)

The running cost of residential buildings could be one of the important tools that can support the concept of the Affordable Housing. This is because residential buildings consume almost 50% of total produced electricity in the kingdom. Several studies has shown that heat gains through external envelope can reach up to 75% of the total heat loads of the building. Therefore, saving energy in buildings can start from the external envelope and its components such as form, orientation, material and the fenestrations.
This paper aims to investigate the effect of glazing openings on energy consumption in residential buildings in Saudi Arabia.

KEYWORDS: *Glazing, thermal insulation, residential buildings, energy consumption in residential buildings.*

تصميم الفتحات الزجاجية وأثره على استهلاك الطاقة في المباني في المملكة العربية السعودية

د. خالد عسكر الشيباني
كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك فيصل ص ب 2397 الدمام 31451
المملكة العربية السعودية، Kshaibani@gmail.com

المستخلص:

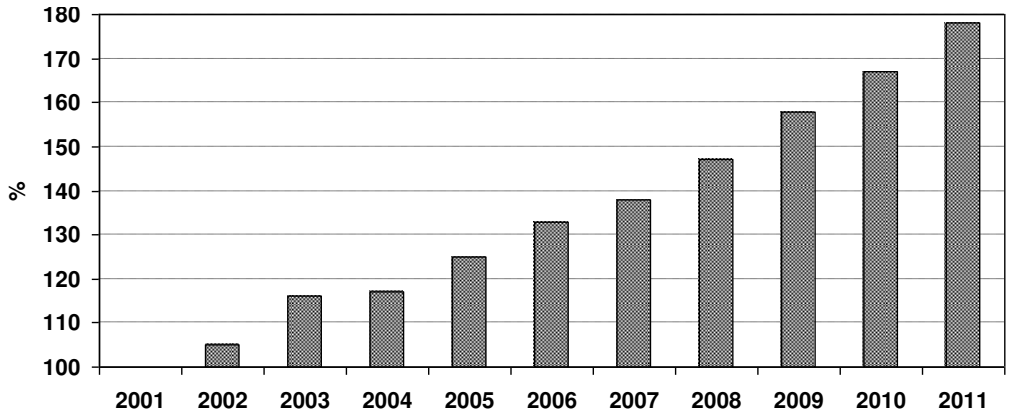
تشكل التكلفة التشغيلية للمسكن إحدى الآليات التي من الممكن أن تدعم مفهوم المسكن الميسر. فالمباني السكنية تستهلك ما يقارب 50% من إجمالي من الطاقة الكهربائية المنتجة في المملكة العربية السعودية. وتختلف مساهمات مكونات المبنى في الأحمال الحرارية باختلاف فئات المباني والنشاطات الممارسة، وتشير هذه الدراسات إلى أن مساهمات الغلاف الخارجي تصل إلى أكثر من 50% من إجمالي الأحمال الحرارية للمباني السكنية. ومن هذا المنطلق فإن سبل المحافظة على الطاقة في المباني تبدأ من الغلاف الخارجي ومكوناته الرئيسية والتي تشمل العديد من العناصر كالشكل الهندسي للمبنى واتجاهه والخواص الحرارية لمواد الغلاف الخارجي وتصميم النوافذ ومساحاتها وخواص الزجاج الحرارية.

تهدف هذه الورقة إلى دراسة أداء الفتحات الزجاجية (للنوافذ والأبواب) وأثرها على استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني السكنية في المملكة العربية السعودية.

الكلمات الدالة: الفتحات الزجاجية، العزل الحراري، المباني السكنية، استهلاك الطاقة في المباني.

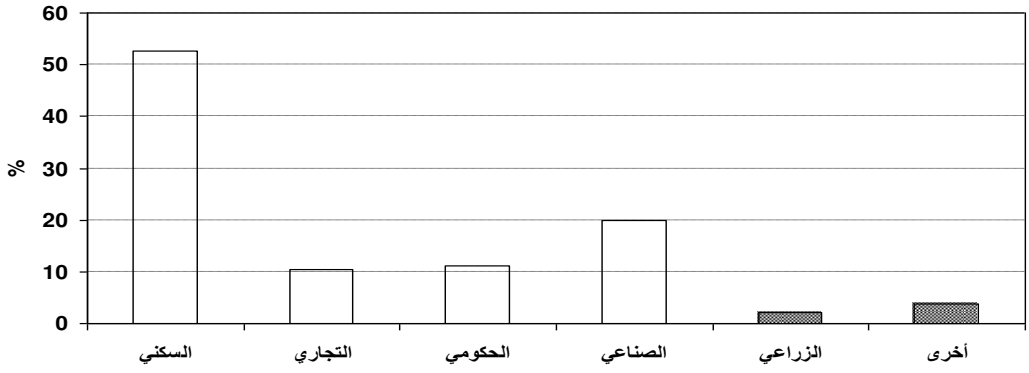
1- المقدمة

يبرز الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية بصورة واضحة حيث من المتوقع أن يصل إلى 60 جيجا واط بحلول 2023م متطلبا بذلك استثمارات تقدر ب 340 مليار ريال [1]، [2]. ويشكل هذا الرقم من الطاقة ثلاثة أضعاف الطاقة المنتجة في عام 1998. وتمثل هذه الأرقام تحديا كبيرا لشركة الكهرباء والمسئولين عن توفير الطاقة الكهربائية بالمملكة. ولقد تبنت الشركة السعودية للكهرباء مؤخرا خطة تمتد إلى عام 2015 م تكلف ما يقارب 190 مليار ريال تشمل مشاريع التوليد والنقل والتوزيع [3]. ويوضح شكل 1 التطور في الطاقة الكهربائية المباعة حتى 2006 والتوقعات المستقبلية حتى 2011م بنسبة نمو تقارب الـ 6% سنويا.



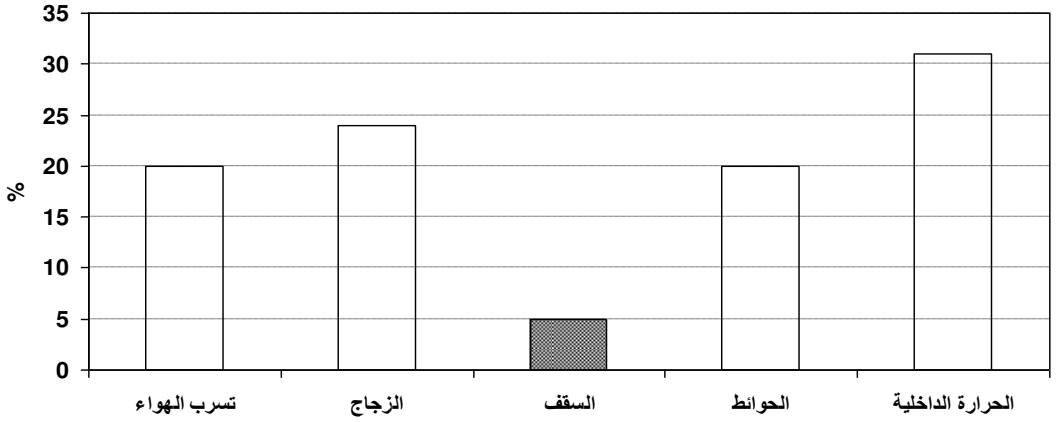
شكل 1 التطور في الطاقة الكهربائية المباعة حتى 2006 والتوقعات المستقبلية حتى 2011م

وتشكل المباني المستهلك الأكبر للطاقة الكهربائية في المملكة، حيث تستهلك ما يصل إلى 75% من الطاقة الكهربائية وتصل حصة المباني السكنية إلى ما يقارب ال52% من الطاقة الكهربائية المستهلكة بالمملكة (الشكل2).



شكل 2 نسب استهلاك الطاقة الكهربائية حسب فئات المشتركين لعام 2006 [3]

ولفهم أثر تصميم المبنى ومكوناته على استهلاك الكهرباء في المملكة العربية السعودية أجريت العديد من الدراسات التي أظهرت تقارب مساهمات مكونات المبنى في الأحمال الحرارية [4]، [5]، [6]، [7]]، [8] حيث تشير النتائج إلى أهمية الغلاف الخارجي في التأثير في استهلاك الكهرباء في المباني السكنية، حيث يمكن أن يصل أثره إلى أكثر من 50% (الشكل 3).



شكل 3 نسبة مساهمة مكونات المبنى في الأحمال الحرارية السنوية للمباني السكنية [8]

وتركز هذه الدراسة على عنصر أساسي من عناصر الغلاف الخارجي ألا وهو الفتحات الزجاجية وذلك لفهم تأثير تصميم الفتحات الزجاجية على استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني السكنية.

2- منهجية الدراسة

تم خلال هذه الدراسة استخدام برنامج محاكاة أداء الطاقة (Visual Doe-V4.0) في تحليل أداء الفتحات الزجاجية للمباني السكنية بمدينة الرياض. وتعتبر هذه الدراسة استكمالا لدراسة سابقة [9] تم من خلالها تحليل أداء الفتحات الزجاجية والعزل الحراري في المباني مع التركيز على مساحة الفتحات الزجاجية وخواصها الفيزيائية وفي هذه الدراسة يتم التطرق إلى تأثير مساحات أكبر للفتحات الزجاجية إضافة إلى فهم تأثير استخدام كاسرات أشعة الشمس (shading devices) وتأثير اتجاه المبنى على استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني السكنية. ويوضح الجدول 1 المعطيات الرئيسية المستخدمة في الدراسة.

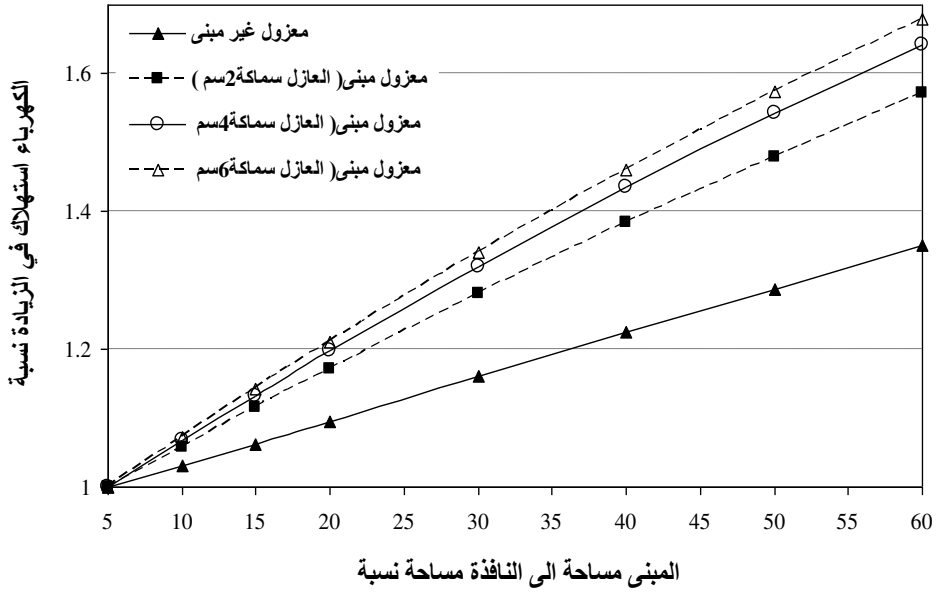
جدول 1 المعطيات الرئيسية المستخدمة في الدراسات التمثيلية

1	نوع المبنى	مبنى سكني
2	موقع المبنى	مدينة الرياض
3	عدد الأدوار	دورين
4	مساحة الدور	225 متر مربع
5	المساحة الإجمالية للأدوار	450 متر مربع
6	ارتفاع الدور	3.25
7	ارتفاع المبنى	6.5
8	معامل الموصلية الحرارية للحوائط (U factor)	2.93
9	معامل الموصلية الحرارية للسقف	2.08
10	نوعية العازل الحراري	البوليسترين
11	معامل الموصلية الحرارية للعازل الحراري	0.0346.
12	معامل الموصلية الحرارية للزجاج	6.2
13	معامل الاكتساب الحراري الشمسي للزجاج (SHGC)	0.82

3- الدراسات التحليلية

3-1 أثر مساحة الفتحات الزجاجية

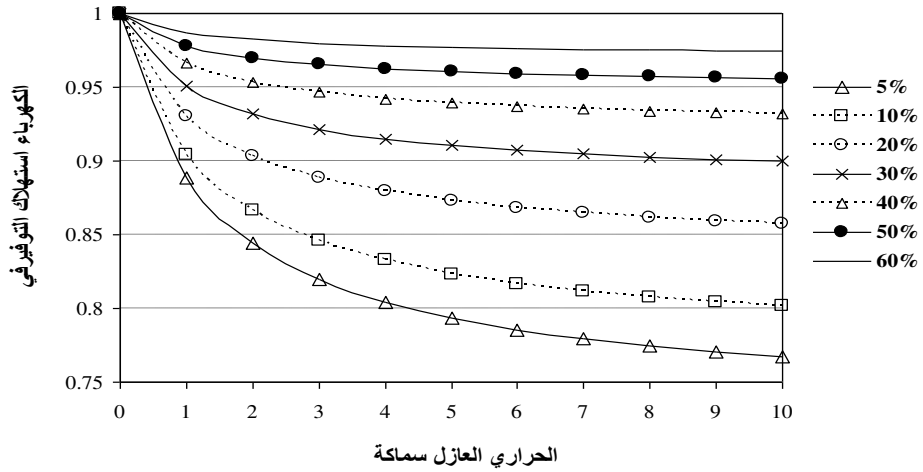
ركزت الدراسات التحليلية الأولية على أثر مساحة الفتحات الزجاجية على استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني السكنية. وتراوحت مساحات الفتحات الزجاجية المستخدمة من 5% إلى 60% من مساحة المبنى. وأظهرت هذه الدراسات أهمية مساحة الفتحات الزجاجية في التأثير على استهلاك الطاقة الكهربائية. فالشكل 4 يوضح مدى أهمية مساحة الفتحات الزجاجية في التأثير على استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني السكنية، حيث أن زيادة نسبة مساحة الفتحات الزجاجية بالنسبة لمساحة المبنى من 5% إلى 50% من مساحة مبنى معزول حراريا بسماكة 4سم يمكن أن يتسبب في زيادة استهلاك الطاقة الكهربائية السنوية بما يقارب من 55% من قيمة الاستهلاك. أما في حالة المبنى غير المعزول حراريا فتؤدي نفس الزيادة في مساحة الفتحات الزجاجية بالنسبة لمساحة المبنى (من 5 % إلى 50%) إلى زيادة الاستهلاك الكهربائي السنوي بما يقارب 30% من إجمالي الاستهلاك السنوي. ومعنى ذلك أن تأثير زيادة مساحة النوافذ يكون أكبر في المباني المعزولة عنه في المباني غير المعزولة.



شكل 4 أثر مساحة الفتحات الزجاجية على الاستهلاك الكهربائي السنوي

ويظهر الشكل 5 نتائج أثر الزيادة في مساحة الفتحات الزجاجية على أداء العازل الحراري، حيث يمكن القول أن أي زيادة في سماكة العازل الحراري بعد سماكة 2 سم يمكن أن تكون معدومة الأهمية عندما تكون مساحة الفتحات الزجاجية أكثر من 30% من مساحة المبنى. وأيضا تقل أهمية زيادة سماكة العازل الحراري بعد سماكة 4سم في حالة بعد زيادة مساحة الفتحات الزجاجية بمستوى أعلى من 10% من مساحة المبنى.

وبمقارنة الشكلين 4 و5 يمكن التأكيد على أهمية مساحة الفتحات الزجاجية. فعلى سبيل المثال ومن الشكل 5 يمكن القول أنه بزيادة سماكة العازل الحراري من 2سم إلى 7سم لمبنى سكني بمساحة 20% للفتحات الزجاجية من مساحة المبنى يمكن الحصول على تخفيض إضافي بما يعادل 4% من استهلاك الطاقة الكهربائية السنوية، وفي نفس الوقت تشير النتائج ومن الشكل 4 أنه ممكن الحصول على نفس التخفيض في استهلاك الكهرباء السنوي وذلك بالتقليل من مساحة الفتحات الزجاجية من نسبة 20% من مساحة المبنى إلى 16% ومن دون الحاجة إلى زيادة سماكة العازل الحراري. وهذا يوضح أن هناك خيارات مختلفة وبتكلفة أقل للتعامل مع استهلاك الطاقة الكهربائية.



شكل 5 أثر مساحة الفتحات الزجاجية على أداء العازل الحراري

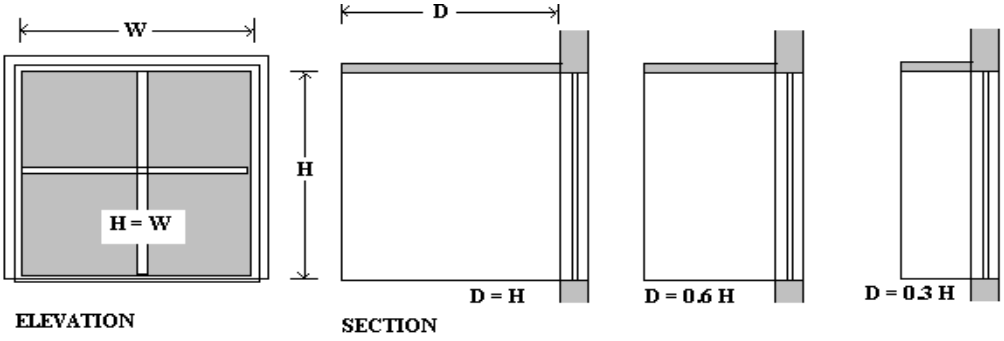
3-2 توجيه الفتحات الزجاجية

تم من خلال هذه الدراسة تحليل أثر توجيه الفتحات الزجاجية على استهلاك الطاقة الكهربائية. ففي البداية تم حساب الطاقة الكهربائية المستهلكة سنويا لمبنى سكني وبمساحات زجاجية موزعة بالتساوي على الواجهات الأربع: الشمال والشرق والجنوب والشمال، ومن ثم حساب الاستهلاك السنوي عندما تكون كافة الفتحات الزجاجية في واجهة واحدة. ويوضح الشكل 6 التغير نتيجة لتوجيه الفتحات الزجاجية منسوبا إلى الحالة التي تكون فيها الفتحات الزجاجية موزعة بالتساوي على واجهات المبنى الأربع. ونلاحظ أن أقل استهلاك للكهرباء يكون عندما تكون الواجهات موجهة للاتجاه الشمالي، وتصل نسبة التغير إلى ما يقارب ال2.5% لمبنى غير معزول حراريا. وهذه المقارنة تمثل حالة مثالية فعادة توجد فتحات زجاجية في معظم واجهات المباني السكنية، مما قد يشير إلى قلة أهمية توجيه الفتحات الزجاجية في التأثير على استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني السكنية (شكل 6).

شكل 6 التغير في استهلاك الطاقة الكهربائية السنوية نتيجة لتغير توجيه الفتحات الزجاجية مقارنة بمبنى موزعة فيه الفتحات الزجاجية على جميع الواجهات بالتساوي

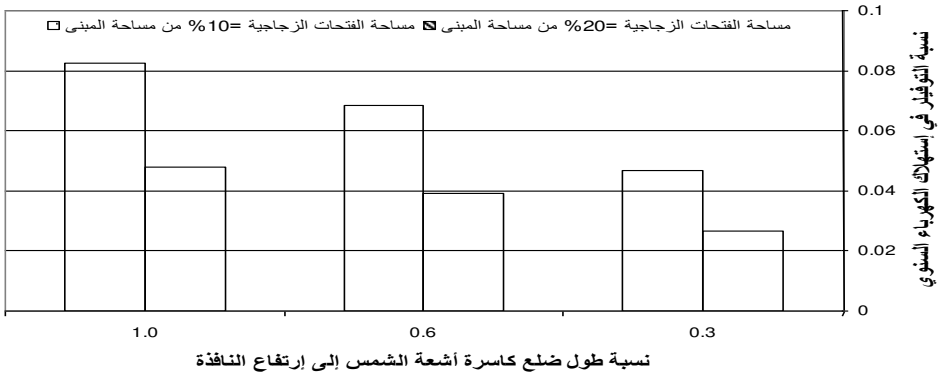
3-3 كاسرات أشعة الشمس (shading devices)

لفهم أثر استخدام كاسرات أشعة الشمس المباشرة على استهلاك الطاقة الكهربائية تم تحليل أداء استهلاك الطاقة لمبنى سكني ذو فتحات زجاجية بمساحات تتراوح بين 10% و20% من مساحة المبنى. ويوضح الشكل 7 المتغيرات المستخدمة في تصميم كاسرات أشعة الشمس. فالفتحات الزجاجية المستخدمة كانت مربعة الشكل بإجمالي مساحة تتراوح من 10% إلى 20% من مساحة المبنى. وتراوحت أبعاد عمق كاسرات من ثلث ارتفاع النافذة إلى كامل ارتفاع النافذة. ولقد أظهرت النتائج أهمية استخدام كاسرات أشعة الشمس، حيث يمكن أن يصل التخفيض في استهلاك الكهرباء إلى أكثر من 10%.

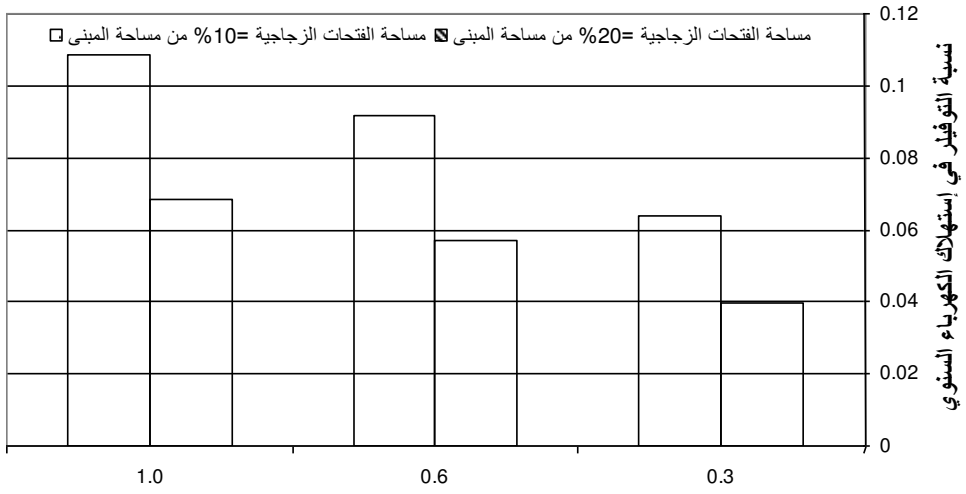


شكل 7 رسم توضيحي يبين متغيرات كاسرات أشعة الشمس المستخدمة في الدراسة

وكما هو موضح في شكل 8 فلمبنى غير معزول حراريا تراوحت نسبة التوفير في استهلاك الكهرباء من ما يقارب 3% إلى 5% لمبنى بمساحات زجاجية تساوي 10% من مساحة المبنى. وترتفع هذه النسبة لتصل إلى أكثر من 8% لنفس المبنى بمساحة فتحات زجاجية تصل إلى 20% من مساحة المبنى. ومن الشكل 9 يمكن ملاحظة أن نسبة التوفير يمكن أن ترتفع إلى ما يقارب الـ 11% لمبنى معزول حراريا وبمساحة فتحات زجاجية تساوي 20% من مساحة المبنى.



شكل 8 التوفير في استهلاك الطاقة الكهربائية السنوية نتيجة لاستخدام كاسرات أشعة الشمس (مبنى غير معزول حراريا)



شكل 9 التوفير في استهلاك الطاقة الكهربائية السنوية نتيجة لاستخدام كاسرات أشعة الشمس (مبنى بعازل حراري بسماكة 4 سم)

4- الخلاصة

إن فهم تأثير الخيارات المختلفة لتوفير استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني السكنية هو أمر مهم للمهندس المعماري ومالك المبنى لاتخاذ قرارات تصميمية مبنية على أساس علمي. فاستخدام العازل الحراري ليس بالضرورة أن يكون هو الخيار الأهم. فمن خلال هذه الدراسة تم تحليل تأثير الفتحات الزجاجية على استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني السكنية. وركزت الدراسة على ثلاثة متغيرات رئيسية شملت مساحة وتوجيه الفتحات الزجاجية إضافة إلى استخدام كاسرات أشعة الشمس. وأظهرت الدراسة أنه من الممكن الحصول أداء جيد فيما يخص استهلاك الطاقة الكهربائية مقارنة بالتركيز فقط على استخدام العازل الحراري. فبتقليل مساحة الفتحات الزجاجية من نسبة 20% من مساحة المبنى إلى 16% يمكن الحصول على تخفيض في استهلاك الطاقة الكهربائية السنوية بما يعادل 4% للحصول على نفس التخفيض باستخدام العازل الحراري فقط، يتطلب الأمر زيادة سماكة العازل الحراري من 2سم إلى 7سم لمبنى سكني بفتحات زجاجية بمساحة 20% من مساحة المبنى، وهو ما يعني زيادة في التكاليف نتيجة للزيادة في السماكة. أظهرت الدراسة أهمية فهم أثر الزيادة في مساحة الفتحات الزجاجية، حيث يمكن القول أن أي زيادة في سماكة العازل الحراري بعد سماكة 2 سم يمكن أن تكون معدومة الأهمية عندما تكون مساحة الفتحات الزجاجية أكثر من 30% من مساحة المبنى وتقل أيضا أهمية زيادة سماكة العازل الحراري بعد سماكة 4سم في حال بعد زيادة مساحة الفتحات الزجاجية بمستوى أعلى من 10% من مساحة المبنى.

وأظهرت النتائج الأثر المحدود فيما يخص توجيه الفتحات الزجاجية، ومع هذا يظل خيار الواجهات الشمالية هي الأفضل دائما فيما يخص استهلاك الطاقة الكهربائية السنوية. كما أظهرت الدراسة الأثر المهم لاستخدام كاسرات أشعة الشمس، مما يدعو إلى مزيد من التوعية في هذا المجال. فأظهرت النتائج أن التوفير في استخدام كاسرات أشعة الشمس يمكن أن يصل إلى نسبة 10%.

المراجع

[1] Al-Ajalan, S., Al-Ibrahim, A., Adulkhaleq, M. and Alghamdi, F. (2006) "Developing sustainable energy policies for electrical energy conservation in Saudi Arabia", Energy Policy 34,1556-1565.

[2] العواجي ، صالح واخرون (2002) "جهود وزارة الصناعة والكهرباء في مجال ترشيد الاستهلاك وإدارة الأحمال الكهربائية"الندوة الأولى عن ترشيد وإدارة الطاقة في المباني، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن ، الظهران، ذو القعدة.

[3] الشركة السعودية للكهرباء. التقرير السنوي 2006.

[4] Numan, M. Y. F. Al-Maziad A. and Al-Khaja, W.: Architectural and Urban Design Potentials for Residential Building Energy Saving in The Gulf Region, Applied Energy, vol. 64, no.1-4, Sept-Dec. 1999, pp.401-410.

[5] Numan, M.; Al-Naim, M; Alshaibani, K. and Al-Maziad, F.:The Impact of Dynamic cultural Changes of The Design and Energy Performance of Residential Buildings in Saudi Arabia. Mediterranean Conference COMPLEX'2k, Energy and Environment. Beirut - Lebanon. 16 -18 Nov. 2000.

[6] Ahmad, A. and Elhadidy, M. Effect of residential buildings consumption on total power demand at SEC-ERB, The First Symposium on Energy Conservation & Management in Buildings (31-42), King Fahd University of Petroleum and Minerals, Dhrhan, 2002.

[7] Almaziyad, F., Numan, M., Alshaibani, K. and Alnai, M. Windowless environment concept for saving of moseque's electrical consumption' The First Symposium on Energy Conservation & Management in Buildings (31-42), King Fahd University of Petroleum and Mierals, Dhrhan, 2002.

[8] Al-mofeez, I 'Electrical energy consumption pre- and post- energy conservation measures: a case study' The First Symposium on Energy Conservation & Management in Buildings (31-42), King Fahd University of Petroleum and Mierals, Dhrhan, 2002.

[9] الشيباني، خالد ومحمد نعمان وإبراهيم المفيز وفارس المزيد، الفتحات الزجاجية والعزل الحراري في المملكة العربية السعودية: دراس مقارنة، بحث مقدم لمجلة جامعة الملك عبدالعزيز