رفع كفاءة استهلاك الطاقة في تصميم نوافذ مبنى الخدمات الطلابية بجامعة الفيوم

م / هدير بدوى عبد االغنى مرسى — معيدة الهندسة المعمارية بجامعة الفيوم
Email : hba11@fayoum.edu.eg
أ.د/ إيهاب محمود عقبة — أستاذ العمارة والتصميم البيئي بجامعة الفيوم
Email : emo00@Fayoum.edu.eg
أ.م. د/ محمد عبد الفتاح أحمد العيسوى — أستاذ مساعد العمارة والتصميم البيئى بجامعة الفيوم
Email : messawy@fayoum.edu.eg

ملخص البحث

إن لأغلفة المبانى قدرة كبيرة على خفض معدلات استهلاك الطاقة ،و مفتاح كفاءة الطاقة في غلاف المبنى :هى النوافذ فهى مسئولة عن 60 % من استهلاك الطاقة في المبنى ، وللحد من فقدان الطاقة من خلال النوافذ ، يمكن استبدال النوافذ بأخرى أحدث و فعالة من حيث كفاءة الطاقة ، و تشمل حلول تعديل النوافذ على استخدام الكاسرات الكهروضوئية، الأغلفة منخفضة الابتعاثية ، تغيير نوع الزجاج ، تغير نسبة الفتحات ، تغير نوع إطارات النوافذ ، وتحقيق التهوية المدمجة.

لذلك تهدف هذه الدراسة إلى **خفض معدلات استهلاك الطاقة للمباني** من خلال تحسين خواص النوافذ للمبانى ما بعد الأشغال ، والحالة الدراسية (مبنى الخدمات الطلابية بجامعة الفيوم).

يقارن البحث **الوضع القائم لتصميم النوافذ مع مختلف الاعتبارات التحسينية للطاقة** ، وتقييم تأثير هذه الاعتبارات التحسينية في خفض معدل استهلاك الطاقة ، ذلك باستخدم برنامج المحاكاة **Design Builder** في عمليات التقييم، من خلال تطبيق بدائل تصميم النوافذ في غرفة بالجنوب وغرفة أخرى بالشمال وهذا لجعل دراسة البدائل أسهل.

وخلص البحث الى تطبيق أفضل معالجات والتي حققت أعلى نسب وفر بالواجهة الشمالية وهى (الزجاج منخفض الابتعاثية) والواجهة الجنوبية وهى (الكاسرات–الزجاج منخفض الابتعاثية) لتحقق انخفاض في أحمال التبريد الكلية للمبنى يصل الى 25,7% ، وتركيب خلايا شمسية على الكاسرات بالواجهة الجنوبية حققت نسبة إنتاج تساوى 13.5% من استهلاك الطاقة الكهربائية للمبني خلال العام .

الكلمات الدلالية: الطاقة, النوافذ , فراغات إدارية ، جامعة الفيوم ، محاكاة ، الكاسرات

1- المقدمة

إن مصر تحتاج لخفض استهلاك الطاقة من 24% إلى 50% ، فهناك توقعات بزيادة الطلب على الطاقة بنسبة 55% بحلول عام 2030 [1]، كما تستهلك المباني 40% من الطاقة[2] ، يتم استخدام 56٪ من هذه الطاقة للتدفئة والتبريد كما يتم هدر 25٪ –35٪ من هذه الطاقة في الإنارة بسبب النوافذ غير الفعالة[3–2] ، ونظرا لأن طاقة التشغيل المستهلكة في المباني ترتبط ارتباطا وثيقا بالظروف المناخية فإن معايير الحد من استهلاك الطاقة تختلف من منطقة لأخرى ، ولكن المتطلبات الأساسية قد تكون متشابهة [4]، فيتعين على المعمارى أن يضمن سبل التهوية الطبيعية وكذلك منع تسرب الهواء من داخل المبنى في حالة التدفئة أو التبريد ، فيحتاج الأمر إلى توازن دقيق للتحكم في كسب حرارة الشمس والسماح في نفس الوقت بدخول ما يكفي من ضوء النهار الطبيعي في المساحات المشغولة ، وهذة وظيفة النوافذ حيث تعمل علي إدخال ضوء النهار مع منع الأشعة تحت الحمراء التي تؤدي الي زيادة أحمال التكييف عند النفاذ الي داخل الفراغ [5] ، فلها تأثير كبير على توفير الطاقة من خلال ضوء النهار ، فيمكنها أن تقلل من إجمالي الطلب على طاقة الإضاءة للمبنى بمقداريصل إلى 14–15٪[6]. ومن بين جميع العناصر المشاركة في تصميم الواجهة: نسبة النافذة إلى نسبة الجدار (WWR) فلها تأثير عميق على التوازن بين ضوء النهار والطاقة[7] ، فزيادة مساحة النوافذ يمكن أن يؤدي إلى زيادة في أحمال التبريد والتدفئة بنسبة 180٪[8] ، وقد تم تعميم نسبة الفتحات الأمثل بالمناخ الأوروبي لجميع المناطق المناخية

والتوجيهات لتكون 0.23 < WWR > 0.31 [9] ، كما أن أداء النوافذ يمكن أن يفوق أداء حائط مصمت حول متطلبات التدفئة والتبريد من خلال تجنب انتقال الحرارة والإشعاع الشمسي الحادث[10] ، كما أن نوع الزجاج معيار مهم يحدد متطلبات الطاقة للمباني [11]، وأنواع الإطارات ، والكاسرات الشمسية تؤثر بشكل كبير في كمية أحمال الطاقة الحرارية للمبنى.

وقد تم أختيار **مبنى الخدمات الطلابية بجامعة الفيوم** لدراسة تأثير الفتحات في خفض استهلاك الطاقة، ذلك لأنه نموذج متكرر لغالبية الجامعات المصريه دون إعتبارات بيئيه لتصميم النوافذ، قد يمثل أعلى نسبة تشغيل على مدار العام مقارنة بالمنشأت الجامعية الأخرى ، حيث يخدم جميع فئات الجامعه من موظفين وطلاب وأعضاء هيئة تدريس ، وعمل محاكاة للمبنى بأستخدام برنامج design builder لحساب أستهلاكات الطاقة وعمل تقييم للمعالجات المقترحة للفتحات لتحديد كفاءة المعالجة المستخدمة.

1-1- الفتحات وأنظمة التظليل

النوافذ هى مفتاح كفاءة أستهلاك الطاقه في غلاف المبنى ، فالنوافذ مسئوله عن 60 % من أستهلاك الطاقة في المبنى[12].

كما ان اهم حلول التحكم الشمسى هو التظليل من الأشعاع المباشر وتقليل الوهج فالكاسرات تقلل الأنتقال الحرارى بنسبه 80% [13]، ولتسمح بدخول الأشعاع الشمسي في فصل الشتاء ولتمنع اشعة الشمس من الدخول في فصل الصيف.

فطبقا لمعادلات المعهد البريطاني للنوافذ فإن هذة العوامل مؤثرة بشكل ملحوظ على التوصيل الحرارى للنافذة وبالتالي تؤثر بشكل كبير في تقليل أستهلاك الطاقة وهى (نوع مادة الزجاج – عدد طبقات الزجاج – حجم الفجوة بين طبقات الزجاج – نوع الغاز في الفجوة بين طبقات الزجاج –نوع مادة الأطار– تصميم النافذة والمواد المستخدمه فيها) ، كما أقترح نيكولاس توصيات من أجل تحسين أداء النوافذ[14]. فقد تزداد قدرة العزل الحراري للنوافذ مع زيادة عدد طبقات الزجاج، وزيادة حجم التجويف بين ألواح الزجاج، واستبدال الهواء في التجويف مع غاز الأرغون أو كريبتون ، وتغيير قضبان الفاصل ، وتطبيق طبقة انبعاث منخفضة على واحد أو أكثر من الزجاج.

1-2- خصائص تصميم الفتحات التي تحقق كفاءة إستهلاك الطاقة:

يكمن التحدى الذى يواجة تصميم فتحات المبنى في تحقيق التوازن الأمثل بين كفاية ضوء النهار في المبنى والتحكم فى أنتقال الحرارة خلال الأجزاء الشفافة لتقليل أستهلاك الطاقة

1-2-1نسبة الفتحات الي الحائط WWR : الفتحات يمكنها نقل الحرارة 5 مرات أسرع من الأجزاء المصمتة [15]وهذا يعنى أنة في المناخات الحارة يؤثر حجم النوافذ بشكل كبيرعلى زيادة أحمال التبريد وذلك بتحسين خواص الزجاج ليتلائم مع ظروف المناخ والواجهة الموجودة

1-2-2 قيمة النفاذية الحرارية U-value : فكلما انخفضت قيمة النفاذية الحرارية كلما قلت قدرة الزجاج على التوصيل الحرارى للداخل(زاد الانخفاض في الإضاءة الصناعية)، كما يدخل إطار النافذة في حساب هذه القيمة.

1-2-3عدد طبقات الزجاج : فالزجاج الشائع الاستخدام في مصر هو الزجاج المفرد ، بينما شاع استخدام الزجاج المزدوج من أجل تقليل الصوت، إلا أنه يساهم بشكل كبير هو والزجاج ثلاثى الطبقات في تقليل أحمال التبريد.

1-2-4 الفجوة بين طبقات الزجاج : فمن الممكن أن تكون الفجوة بين طبقات الزجاج من الهواء (من أقل العوازل) أو النيتروجين كما هو متعارف عليه في مصر أو الكريبتون والأرجون .

1-2-5 الاكتساب الحراري الشمسي SHGC: في المناخات الحارة يجب أن تكون قيمة الاكتساب الحرارى[16] أقل من 0.3 بينما في المناطق الباردة كلما زادت قيمة الاكتساب الحرارى كلما كان أفضل ولكن يجب مراعاة توفير كاسرات للنوافذ وستائر داخلية لمنع الاكتساب الحرارى في الأيام الحارة .

1-2-6 قيمة النفاذية البصرية TV : يتراوح معامل النفاذية للنوافذ تجارياً بين 0.3 و 0.8. [16]و كلما ارتفع مقدار VT كلما زادت معدلات الضوء الذي يعبر من النافذة وهو معامل مؤثر بشكل كبير على استهلاك الطاقة الكهربائية من أجل الإضاءة الصناعية .

1-2-7 الابتعاثية : وهى كمية الإشعاع الحرارى المنبعث من الزجاج ، ويتحسن أداء الزجاج بشكل كبير عند تطبيق الطلاءات منخفضة الانبعاثية low-e

1-2-8 منع تسرب الهواء : و يحدث عند الفواصل بين الجدران والنوافذ أو عند التقفيل غير الجيد بين أجزاء النافذة وبعضها ولذلك من المهم تحقيق مستوى معقول من تسرب الهواء خلال غلاف المبنى ،فيجب أن يكون تسرب الهواء (Infiltration) لنوع الباب المفصلي 2.5 لتر/ثانية/م2.

أما في الزجاج المزدوج المعزول يجب أن يكون التسرب (0.3 قدم3) في الدقيقة[17].

1-2-9 نسبة أظلال الزجاج SGR:[18] نسبة المساحة المظللة من الزجاج الى مساحة الفتحة الكلية خلال الفترة من 9 صباحا حتى 5مساءا يوم 21 سبتمبر وكلما زادت هذه النسبة كلما تحققت الظلال على الفتحة وذلك من خلال استخدام الكاسرات الشمسية أو الشيش.

1-2-10 التصميم السلبي للفتحات :

يجب الاهتمام بموقع الفتحات بحيث تحقق التهوية الطبيعية الجيدة، ويمكن تحقيق ذلك بطريقتين :

أ- بتوفير نوافذ في اتجاهات متقابلة تحقق مدخل ومخرج للهواء (cross ventilation)

ب- طريقة تأثير المدخنة stack ventilation أوالأفنية أو الشخشيخة أو الواجهات المزدوجة أو ملقف الهواء.

1-2-11 التصميم الإيجابي للفتحات:

وذلك بالاستفادة من أنظمة التصميم الإيجابى مثل الزجاج الكهروضوئى والكاسرات الكهروضوئية

1-2-12 التصميم المتأقلم مع المناخ (الواجهات الديناميكية المتحركة أو النشطة) :

تشتمل على أنظمة التظليل النشط والمواد متغيرة الطور ومن بدائل ذلك : 1- تكنولوجيا الزجاج الذكى.

2- الزجاج متغير الطور والزجاج المائع.

3- نظام التظليل الحركى.

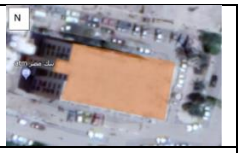
4- التظليل المتكامل مع الطاقة .

2- المنهجية

استعرض هذا البحث الدراسات السابقة التي توضح تأثير متغيرات تصميم الفتحات علي تحقق كفاءة استهلاك الطاقة في المباني واستخلاص بعض المعالجات التي تستخدم علي الفتحات لتحقيق كفاءة الطاقة واختيار حالة دراسة (مبنى الخدمات الطلابية بجامعة الفيوم) لدراسة تأثير الفتحات في خفض استهلاك الطاقة ، وعمل محاكاة للمبنى باستخدام برنامج design builder لحساب استهلاكات الطاقة وحساب نسبة الوفر وتقييم المعالجات واختيار أفضل المعالجات وتطبيقها علي المبني ككل لحساب نسبة الوفر الكلية .

3- وصف المبنى محل الدراسة (مبنى الخدمات الطلابية) :

يقع المبنى محل الدراسة بمحافظة الفيوم ، ويتسم مناخ محافظة الفيوم (إقليم شمال الصعيد) بأنه مناخ جاف وحار صيفًا دافئ شتاءً وسطوع الشمس طول العام والأمطار ضئيلة وتسقط شتاءً ، وهو مبنى إدارى كتلته لها شكل مستطيل بأبعاد(20X36م) وتوجهها مائل قليلا عن الجهات الأصلية , ويتكون المبنى من دور أرضى وخمس أدوار بأرتفاع 3,40 للدور الواحد المتكرر ليكون كامل أرتفاع المبنى 22,80 م.

	
شكل (1) يوضح شكل الكتلة في الموقع العام وتوجيها	شكل(2) يوضح الواجهة الرئيسية (الجنوبية) للمبنى
المصدر : google map	المصدر : الباحثة

4- الوضع الراهن لنوافذ المبنى الحالية :

وقد تم رصد الوضع الراهن للنوافذ من خلال الزيارة الميدانية وقوائم الحصرللمبنى ويوضح جدول (1) الوضع الراهن للفتحات

الرقم	المعيار	النوع	القيمة
1	نسبة الفتحات الى نسبة الحائط	-	45 %
2	نوع الزجاج	زجاج مفرد	6ملى
3	نوع النوافذ	الوميتال	-
4	نوع التهوية	تكييف أسبليت	كفاءة 1,8
5	كاسرات خارجية	لا يوجد	

7	الأكتساب الحرارى الشمسى	للزجاج	0.810
8	الأكتساب الحرارى الشمسى	لاطار الألومنيوم	0.50
9	معامل الشفافية sc	للزجاج	0.93
10	معامل النفاذية للضوء(TV)	للزجاج	0.881
11	النفاذية الحرارية u-value	للزجاج	6.12

جدول (1) يوضح الوضع الراهن للنوافذ

المصدر : الأدارة العامة للشئون الهندسية ، جامعة الفيوم ، كود الطاقة المصرى

من الجدول (1) يتضح أن المبنى لم يتبع في تصميمة للفتحات أى معيار من معايير تحقيق كفاءة الطاقة بالفتحات.

5- استخدام برنامج Design Builder وحسابات استهلاك الطاقة

فقد تم حساب كفاءة استهلاك الطاقة في المبنى عن طريق استخدام برنامج design builder ، وهومن أكثر البرامج المستخدمة في مجال نمذجة البيئة Green BIM في أوروبا وهو ما يعتمد في تحليلاته على برنامج energy plus يجعل نتائجة أقرب الى الواقعية عن أى برامج أخرى ، فيمكن بسهولة إدخال البيانات لعمل نموذج للمبني للحصول على بيانات دقيقة ومحاكاة واقعية ثم يقوم البرنامج بتحليل البيانات للحصول على معلومات واقعية عن استهلاك الطاقة الكلى في المبنى سواء من أجل التبريد أو التدفئة أو الإضاءة أو للأجهزة الكهربائية .

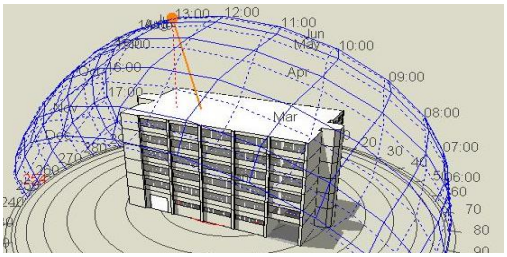
6- تقييم استهلاك الطاقة بمبنى الخدمات الطلابية باستخدام برنامج محاكاة الطاقة

فقد تم حساب كفاءة استهلاك الطاقة في المبنى في الوضع الراهن من خلال استخدام برنامج design builder وبإدخال مجموعه من البيانات بداية من إدخال البيانات المناخية للإقليم محافظة الفيوم ،وتصميم المبنى وإدخال بيانات عن غلاف المبنى (حوائط – أسقف – فتحات) ،بيانات عن أجهزة الكمبيوتر المستخدمة بالمبنى (المسببه للحرارة الداخلية) ، وبيانات عن نسبة الأشغال في المبنى ، وبيانات عن وحدات الإضاءه بالمبنى وساعات تشغلها حسب الواجهة ، وبيانات عن وسائل التبريد والتهوية والتدفئة بالمبنى وفيما يلى توضيح لكل المدخلات المستخدمة بالبرنامج لحساب استهلاك الطاقة :

6-1 البيانات المناخية للمبنى

تم اختيار ملف البيانات المناخية الخاص بالمبنى محل الدراسة (إقليم شمال الصعيد)عن طريق برنامج climate Consultant حيث يحتوى ملف البيانات المناخية على درجة حرارة الهواء الجاف والرطوبة النسبية وسرعة الهواء واتجاهة والإشعاع الشمسى المباشر والمشتت لعدد 8760ساعة وهم عدد ساعات السنة .

فالبرنامج يعتمد على البيانات المناخية في تحليل الظلال على المبنى محل الدراسة كما هو موضح بالشكل (3).



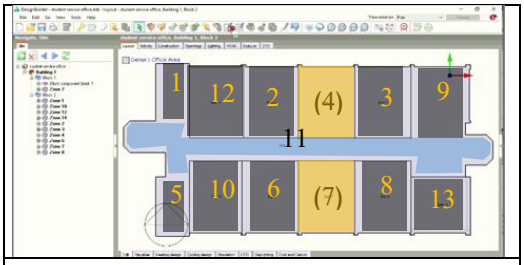
شكل (3) يوضح الظلال على المبنى في شهر يوليو في الساعة الواحدة ظهرا بالواجهة الجنوبية لتظهر معظم الواجهة معرضة للأشعة الشمسية .

المصدر : design builder software

6-2- رسم المبنى على برنامج Design builder

تم ادخال المسقط الأفقى للمبنى محل الدراسة على برنامج المحاكاة ، حيث يتكون المبنى من5 أدوارمتكررة،ودور أرضى يستخدم كجراج للسيارات (تم تجاهله في الحسابات الخاصة بكفاءة الطاقة) ، ويتكون الدور المتكرر من مجموعة من الغرف ، (4غرف) في التوجية الشمالى متساوية في المساحات (8x6م واجهة معرضة) بالإضافة الى عدد 2 غرف خدمات مساندة ، و4 غرف بالتوجية الجنوبى متساوية مع مساحات الغرف بالتوجية الشمالى بالإضافة الى عدد 2 غرف خدمات مساندة كما بالشكل(4) ،يعتبر الفراغ الإدارى محل الدراسة فراغ بسيط (عبارة عن ممر خدمة في المنتصف وغرف على جانبي الممر).

وقد تم **اختيار غرفة في التوجية الشمالى (غرفة 4)** وأخرى في التوجية **الجنوبى (غرفة 7)** لدراسة تأثير التوجية على الأحمال الحرارية بالواجهات **لتحديد كفاءة المعالجات المستخدمة في كل توجية وبالتالي تأثيرها على خفض معدلات استهلاك الطاقة.**



شكل (4) يوضح النطاقات محل الدراسة داخل المبنى وهى 7 ، 4

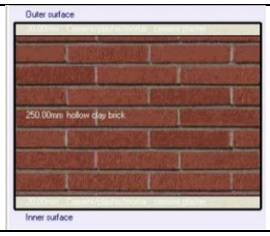
المصدر : design builder software

6-3 غلاف المبنى

يتكون غلاف المبنى محل الدراسة من أجزاء مصمتة (حوائط- أسقف-أجزاء شفافة (الفتحات))

6-3-1 الحوائط

تتكون حوائط المبنى من الطوب الطفلى المثقب بسمك 25 سم ويغطى الطوب الطفلى بطبقتين من المحارة الأسمنتية بسمك 2سم من الجانبين كما هو موضح بالشكل (5) ، كما توجد جسور حرارية ناتجة من الأسمنت بنسبة 30% .



شكل (5) يوضح قطاع الحائط بالمبنى

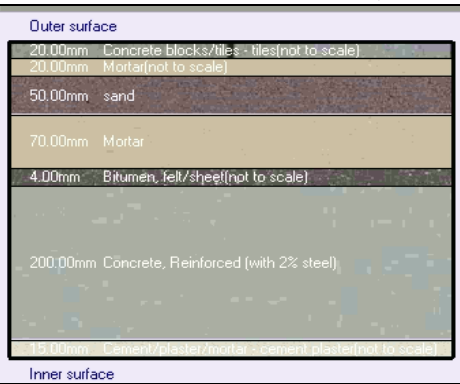
المصدر : design builder software

6-3-2 السقف

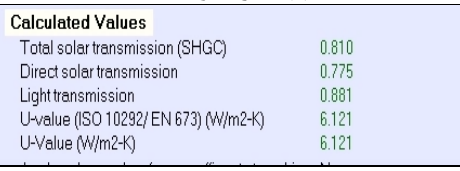
يتكون سقف المبنى من سبع طبقات بسمك كلى 38سم عبارة عن خرسانه مسلحة وبيتومين وخرسانه ميول ورمل ومونه وبلاط سنجابى ولا تحتوى على عزل حرارى كما في الشكل (6) لتكون المقاومة الحرارية للسقف في النهاية 0.66م2 كلفن /وات

6-3-3 الفتحات (الأجزاء الشفافة)

زجاج الفتحات من النوع المفرد سمك 6 ملى وتوصلها الحرارى 6.121 وات/ م2 كلفن ،معامل الاكتساب الشمسى=0.810، والنفاذية البصرية=0.881 كما في الشكل (7) أما إطار النافذة من الألومنيوم .



شكل (6) يوضح قطاع السقف بالمبنى



شكل (7) يوضح خصائص الزجاج بالمبنى

المصدر : design builder software

6-4 الأجهزة المستخدمة بالمبنى ونسبة الإشغال بالمبنى والمسببة للأحمال الداخلية :

إن كثافة المستخدمين بالغرف الإدارية بمبنى الخدمات الطلابية والتي تتمثل في عدد الأفراد/المتر المسطح تساوى 0.16 بالمبنى والتي تؤثر على الأحمال الحرارية الداخلية كما أن ساعات العمل وأيام الاجازات للمستخدمين وأجهزة الكمبيوتر تدخل في حسابات استهلاك الطاقة ،كما تعطى أجهزة الكمبيوتر المستخدمة للمبنى انبعاثات حرارية لها تأثيرواضح في زيادة الأحمال الحرارية ،حيث يوجد بالغرفة الواحدة حوالى 3 كمبيوتر كل كمبيوتر 200 وات ليكونوا في النهاية 600وات بالغرفة مساحة 48م2 وبذلك تكون كثافة الأجهزة =48/600=12.50وات/م2 ، كما تم ضبط درجة حرارة التبريد للغرف لتعمل وسائل التبريد بدأ من درجة حرارة 24 درجة مئوية.

6-5 وحدات الإضاءة بالمبنى :

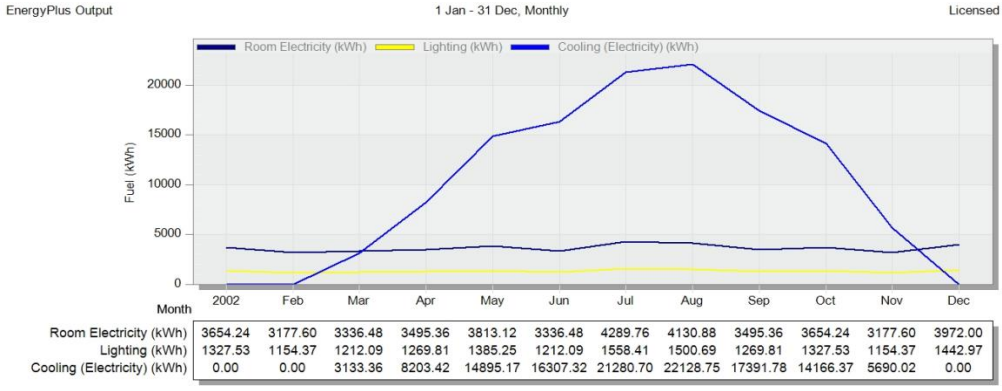
الإضاءة كشاف بلمبتين من نوع الفلورسنت كومبكت (CFL) كما بالشكل (8) وبكل غرفه بمساحة 48 م2عدد 7 وحدات أضاءة من نوع 400 وات ،ولا تعمل وحدات الإضاءة بالواجهة الجنوبية خلال ساعات العمل بسبب السطوع الشمسى العالى وأيضا توجد مشكلة الإبهار، بينما في الواجهة الشمالية والممرات تعمل من الساعة 11 صباحا الى الساعه 3عصرا.

6-6 وسائل التبريد والتهوية والتدفئة بالمبنى HVAC:

تعمل فقط وسائل التبريد في أيام الحرارة العالية التي تزيد عن 24 درجة مئوية والتكيف المستخدم بالمبنى من نوع الاسبليت Split no fresh air بكفاءة تبريد 1.8 وتهمل التهوية بالممرات والحمامات والدورالأرضى،كما تم غلق تشغيل التكييف من أجل التدفئة ،وقد تم اعتبار المبنى لا يحقق تهوية طبيعية لتقييم مدى تأثير المعالجات في البدائل المقترحة على استهلاك الطاقة

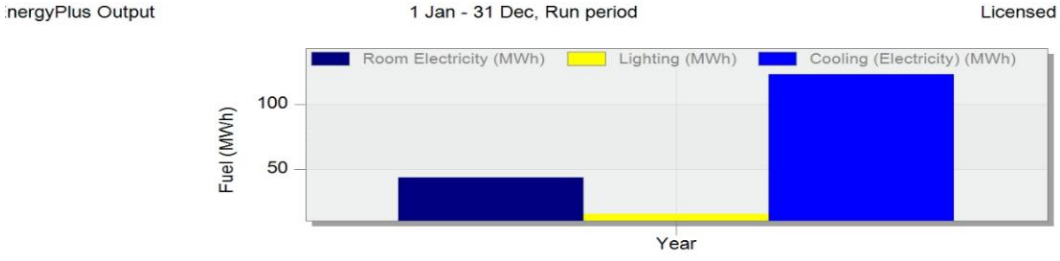
شكل (8) يوضح نوع الإضاءة في الغرف

المصدر : الباحثة



	2002	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Room Electricity (kWh)	3654.24	3177.60	3336.48	3495.36	3813.12	3336.48	4289.76	4130.88	3495.36	3654.24	3177.60	3972.00
Lighting (kWh)	1327.53	1154.37	1212.09	1269.81	1385.25	1212.09	1558.41	1500.69	1269.81	1327.53	1154.37	1442.97
Cooling (Electricity) (kWh)	0.00	0.00	3133.36	8203.42	14895.17	16307.32	21280.70	22128.75	17391.78	14166.37	5690.02	0.00

شكل (9) يوضح استهلاك الطاقة بالشهور في المبنى والذى يشمل (أجهزة الكمبيوتر– الأضاءة - التبريد) كيلو وات ساعة



Room Electricity (MWh)	43.53
Lighting (MWh)	15.81
Cooling (Electricity) (MWh)	123.20

شكل (10) يوضح الاستهلاك السنوي للطاقة في المبنى والذى يشمل (أجهزة الكمبيوتر– الإضاءة - التبريد) ميجا وات ساعة

6-7 نتائج استهلاك الطاقة :

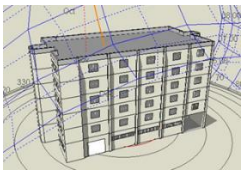
بعد تحليل البرنامج للبيانات المدخلة ظهرت بيانات استهلاك الطاقة الشهرية في المبنى بالكيلو وات ساعه سواء الناتجة عن (التبريد أو الإضاءة أو أجهزة الكمبيوتر) ، ويظهر المنحنى البيانى بالشكل (9) أن أكبر استهلاك للطاقة في شهرى يوليو وأغسطس لتبريد المبنى ويكون معدوم في شهور ديسمبر ويناير وفبراير تليها استهلاك أجهزة الكمبيوتر وأقل استهلاك للطاقة ناتج من الأضاءة.

7- الأستراتيجيات المتبعة بالفتحات لخفض معدلات استهلاك الطاقة بمبنى الخدمات الطلابية بجامعة الفيوم

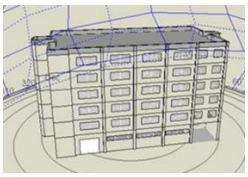
تطبيق مجموعه من البدائل المناسبة على البرنامج مع حقيقة أن المبنى قائم ،و اهمال تطبيق الاستراتيجية الرابعة نظرا لتكلفتها واحتياجها الى دراسة متكاملة بمفردها.

7-1 نسبة الفتحات للحوائط WWR

في هذا البديل سوف يتم تطبيق نسبة فتحات للحوائط تساوى (15% ونسبة 30 %) ومقارنة النتائج بالحالة الأساسية للمبنى التي تكون فيها النسبة 45 % كما في الشكل (11)و(12).



شكل (11) WWR=15%



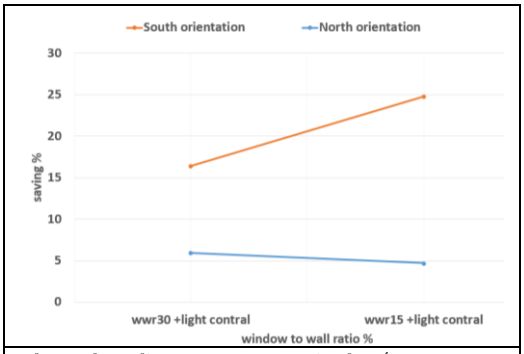
شكل (12) WWR=30%

المصدر : design builder software

وعند تطبيق هذه النسب سيتم تشغيل الإضاءة في الواجهة الشمالية والواجهة الجنوبية من الساعة 8 صباحا حتى الساعة 3 عصرا في حالتين أحداهما باستخدام وسائل التحكم أوتوماتيكيا بالإضاءة الصناعيةlight control والأخرى بدون استخدام light control ،وقد تم تركيب حساسات الإضاءة في نهاية الغرفة ، وذلك لتحديد تأثير تغير نسبة الفتحات للحوائط على أحمال التبريد وعلى الإضاءة حيث أنة بدون تشغيل الإضاءة لن نتمكن من تحديد معدل الخفض في الإضاءة ، وفيما يلى جدول (3) يوضح معدلات الخفض للحالات WWR (15% -30% - 45%) في حالة استخدام light control، وفى حالة عدم استخدام light control كما يوضح الشكل (13) نسبة الخفض في احمال التبريد بالواجهة الجنوبية والشمالية عند تصغير نسبة الفتحات الى (15%-30 %) مع استخدام حساسات للتحكم اوتوماتيكيا بالإضاءة الصناعية:

	WWR 45		WWR 30		WWR 15	
	في حالة أستخدام light control	بدون light control	في حالة أستخدام light control	بدون light control	في حالة أستخدام light control	بدون light control
غرفة (4) بالواجهة الشمالية						
أحمال التبريد الكلية	**3650**	**4095**	**3397**	**3829**	**3216**	**3515**
الأضاءة	**23**	**710**	**57**	**710**	**284**	**710**
مجموع احمال التبريد والأضاءة	**3673**	**4805**	**3454**	**4539**	**3500**	**4225**
معدل الخفض الكلى		**تزيد بنسبة 23.6%**	**%6**	**%6**	**%4.7**	**%12**
معدل الخفض فى أحمال التبريد		**تزيد بنسبة 10,9%**	**%7,4**	**%7**	**%12**	**%14**
معدل الخفض فى أحمال االأضاءة		**%96.8**	**زادت بنسبة 60 %**	**-**	**زادت بمعدل %92**	**-**
غرفة (7) بالواجهة الجنوبية						
أحمال التبريد الكلية	**4443**	**4933**	**3967**	**4430**	**3481**	**3898**
الأضاءة	**10**	**710**	**21**	**710**	**78**	**710**
مجموع أحمال التبريد والأضاءة	**4453**	**5643**	**3988**	**5140**	**3559**	**4608**
معدل الخفض الكلى		**تزيد بنسبة 21%**	**%10,4**	**%9**	**%20**	**%18.35**
معدل الخفض فى أحمال التبريد		**تزيد بنسبة 10%**	**%10,7**	**%10,17**	**%21,7**	**%21**
معدل الخفض فى أحمال االأضاءة		**%98,5**	**زادت بنسبة 52%**	**-**	**زادت بنسبة 87%**	**-**

جدول (3) يوضح تأثير نسبة الفتحات للحوائط على خفض معدلات استهلاك الطاقة



شكل (13) يوضح تأثيرنسبة النوافذ على خفض احمال التبريد بالغرفة الشمالية و الجنوبية

المصدر : الباحثة

7-1-1 الأستنتاجات من نتائج الجدول (3):

أ- نسبة الفتحات عندما كانت 45% قلت حاجة المبنى للإضاءة الصناعية بشكل كبير سواء في الواجهة الجنوبية أو الشمالية ويتضح ذلك من نسب أحمال الإضاءة عند استخدام التحكم الأتوماتيكى بالإضاءة، الإ أن هذه النسبة تسببت في زيادة أحمال التبريد بالواجهة الجنوبية ولكنها لم تؤثر بشكل كبير بالواجهة الشمالية.

ب- يتبن أن نسبة الفتحات للحوائط WWR = 30 % و 45% أفضل من نسبة 15 % في الواجهة الشمالية حيث انخفض استهلاك الطاقة الكلى في حالة (WWR=30) الى 6 % عن حالة المبنى الأصلية وهى نسبة ضئيلة ، كماانخفضت بنسبة 4,7% في حالة 15% و بذلك تكون نسبة30 WWR = % أفضل من 15% في الواجهة الشمالية (في حالة أستخدام Light control) .

ج- أما في الواجهة الجنوبية فنسبة الفتحات 15 % أفضل بكتير من 30 % حيث تقلل استهلاك الطاقة الكلى بنسبة 20 % عن الحالة الأصلية وهى نسبة تستحق التطبيق ، بينما فى حالة WWR=15% وفرت بنسبة10.4 % وهى نسبة جيدة أيضا الإ أن الوفر الضعف في حالة WWR=30% (في حالة أستخدام Light Control).

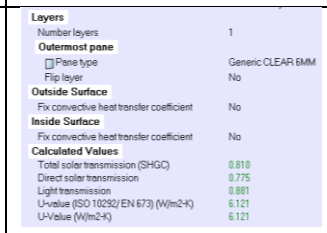
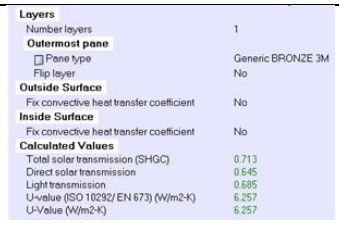
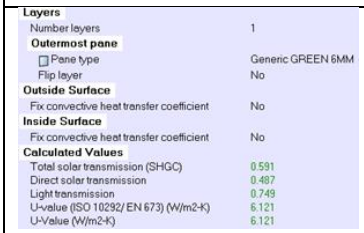
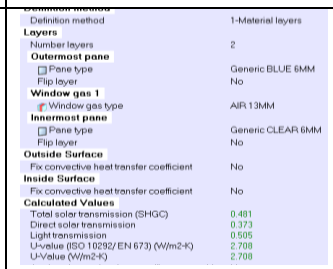
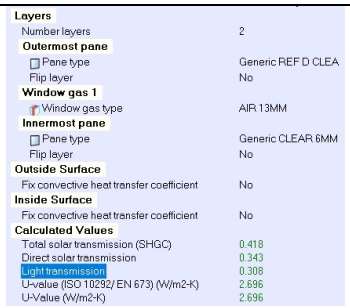
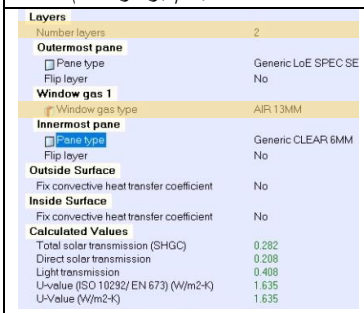
د- من الملاحظ أنة عند استخدام (Light Control) فإن معدل الإضاءة في الوجهات الشمالية انخفض لتكون أحمالة 23كيلو وات ساعة فقط ، بينما في الواجهة الجنوبية كانت 10 كيلو وات فقط ، وهذا يتناسب بشكل كبير مع الجداول المدخلة الخاصة بساعات تشغيل الأضاءة في الحالة الأساسية ، وذلك بسبب أستراتيجيات الترشيد المتبعة من الموظفين مما يجعلهم يتحكمون في الإضاءة الصناعية حسب الحاجة فقط ، فلا تعمل الإضاءة في الواجهات الجنوبية خلال العام إلا فى أيام قليلة جدا ومحددة التي يغيب فيها الاشعاع الشمسي ، بينما في الواجهة الشمالية تعمل فقط من الساعة (11 صباحا حتى ال3 عصرا) ، وبذلك تكون اتباع استراتيجيات الترشيد من قبل المستخدمين مقاربة لاستخدام أجهزة التحكم بالإضاءة أتوماتيكيا.

هـ- أحمال التبريد تزيد بنسبة تقترب من 11 % في الواجهة الشمالية ، 10% في الواجهة الجنوبية عند تشغيل الإضاءة طوال أيام العمل بدون وجود تحكم اوتوماتيكى أو ترشيد من قبل المستخدمين وهذة النسبة تعبر عن الزيادة في الأحمال الحرارية التي تتسبب فيها الإضاءة الصناعية، ونفس النسبة التي تعبر عن ارتفاع الأحمال الحرارية هي الوجه الأخر للتعبير عن معدلات الخفض في استهلاك الطاقة الناتجة عن استراتيجيات الترشيد من قبل المستخدمين .

7-2 نوع الزجاج المستخدم :

في هذه الاستراتيجية سوف يتم اختيار خمسة أنواع من الزجاج ذات معامل أكتساب شمسى منخفض (SHGC) ، ونفاذية بصرية عالية (TV) كما هو موضح بالشكل (14)،

وملاحظة نتائج أحمال التبريد الكلية وأحمال الأضاءة بالواجهة الشمالية والجنوبية ومقارنة هذه النتائج مع أحمال التبريد والإضاءة في حالة المبنى الأساسية ذات نسبة فتحات للحوائط WWR تساوى 45% وباستخدام التحكم الأتوماتيكى للإضاءة الصناعية كما يللى بالجدول (4):

0) الحالة الأساسية للزجاج المستخدم بالمبنى	1) برونز مفرد 3مم	2) أخضر مفرد6مم
		
3) أزرق مزدوج/فجوة هواء 13 مم	4) عاكس مزدوج/فجوة هواء 13مم	5) مزدوج منخفض الأبتعاثية Low E /مظلل Spec Sel Tint /فجوة هواء13مم
		

شكل (14) الخصائص الرئيسية لأنواع الزجاج المستخدمة في الأستراتيجية التصميمية

المصدر : design builder software library

الرقم	نوع الزجاج	السمك	النفاذية البصرية TV	معامل الأكتساب الشمسى	U-value	أحمال الأضاءة لغرفة (4) ك وات س	الحمل الكلى لغرفة (4) ك وات س	نسبة الخفض لغرفة (4)	أحمال الأضاءة ك وات س	الحمل الكلى لغرفة (7) ك وات س	نسبة الخفض لغرفة (7)
0	مفرد (الحالة الأساسية)	6مم	0.881	0.81	6.1	23	3673	-	10	4453	-
1	Bronze مفرد	3مم	0.68	0.71	6.3	43	3575	%2,7	16	4285	%3,8
2	أخضر مفرد	6مم	0.749	0.591	6.1	35	3425	%6,8	13	4081	%8
3	أزرق مزدوج/فجوة هواء 13 مم	6مم	0.5	0.48	2.7	108	3361	%8,5	33	3828	%14
4	عاكس مزدوج/فجوة هواء 13مم	6مم	0.31	0.42	2.7	302	3537	%3,7	84	3691	%17,1
5	عاكس مزدوج/فجوة هواء 13مم/زيادة الموصلية	6مم	0,31	0,42	1,4	302	3469	%5,5	84	3479	%21,87
6	مزدوج منخفض الأبتعاثية Low E /مظلل Spec Sel Tint /فجوة هواء13مم	6مم	0.41	0.28	1.6	180	3177	%13,5	53	3389	%23,9

يوضح جدول (4) مقارنه بين نسبة الخفض في معدلات أحمال التبريد لخمس أنواع زجاج مختلفة بنفس قيمة WWR=45%

7-2-1 من جدول (4) اتضح العديد من النتائج كما يلى :

1- كلما قل معامل الاكتساب الشمسى وزادت النفاذية البصرية انخفض استهلاك الطاقة.

2- عند تثبيت معامل الاكتساب الشمسى والنفاذية البصرية وتقليل الموصلية الحرارية فإن معدل الخفض في أحمال التبريد ينخفض بشكل كبير بالواجهة الجنوبية .

2- الزجاج المزدوج مع وجود فجوة هواء يحقق نتائج أفضل في خفض استهلاك الطاقة من الزجاج المفرد.

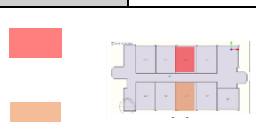
3- انخفاض النفاذية البصرية بالواجهة الجنوبية لا يؤثر بشكل واضح على أحمال الإضاءة إلا أنه يؤثر بشكل ملحوظ على في زيادة أحمال الإضاءة بالواجهة الشمالية.

4- على الرغم من أن الزجاج البرونز المفرد ذو سمك 3مم سمكة أقل من الحالة الأساسية (6مم)، كما أن النفاذية البصرية له أقل من الحالة الأساسية ومعامل التوصيل U-value أعلى من الحالة الأساسية ، إلا أن أنخفاض معامل المكتسبات من الأشعاع الشمسى بمقدار 0.10عن الحالة الأساسية ساعد في تحقيق نسبة خفض في استهلاك الطاقة ،وإن كان ضئيلا، إلا أنه مؤشر على أهمية معامل الاكتساب الحرارى الشمسى خصوصا بالوجهة الجنوبية.

5- الزجاج العاكس حقق نتائج جيدة جدا في الواجهة الجنوبية حيث وصل مقدار الخفض في استهلاك الطاقة الى 17.1%، ولكنه لم يحقق نجاحا في الواجهة الشمالية نظرًا لأنه تسبب فى زيادة أحمال الإضاءة وأحمال التبريد لتقترب من أحمال الزجاج المفرد ويحقق انخفاضا في استهلاك الطاقة فقط بمعدل 3,7%.

6- حقق الزجاج منخفض الابتعاثية نجاحا كبيرا خصوصا بالواجهة الجنوبية حيث وصل معدل خفض استهلاك الطاقة عن الحالة الأساسية الى 23,9% ، كما حقق نجاحا ملحوظا في الواجهة الشمالية يفوق باقى الأنواع حيث وصل مقدار الخفض في استهلاك الطاقة الى 13,5 %.

7- من الملاحظ أن الزجاج منخفض الابتعاثية حقق نسبة خفض23,9% هذه النسبة تتعدى نسبة الفتحات للحوائط عندما تكون WWR=15%حيث حققت هذه النسبة وفر 20% وهذا

رقم الفراغ	احمال التبريد الكلية	معدل الخفض في أحمال التبريد
غرفة رقم 4 بالدور الأخير	3970	أن معدل الزيادة في احمال التبريد عند استخدام الألومنيوم بدل الأطار الخشبى هو 2.27%
غرفة رقم 7 بالدور الأخير	4592	أن معدل الزيادة في احمال التبريد عند استخدام الألومنيوم بدل الأطار الخشبى هو 3.49%
الواجهة الشمالية غرفة رقم 4 بالدور الأخير		
الواجهة الجنوبية غرفة رقم 7 بالدور الأخير		
مع العلم أن أحمال التبريد الكلية في حالة الأطار الخشبى للغرفة الشمالية (4) = 3882، أما في الغرفة الجنوبية (7) =4437		

جدول (5) معدل الزيادة في أحمال التبريد عند أستخدام أطارات الألومنيوم بدون الكسور الحرارية

مؤشر على مدى نجاح نوعية الزجاج منخفضة الابتعاثية (الوجهات الجنوبية).

8- الزجاج الأزرق المزدوج بفجوه هواء 13مم حقق نسبة خفض 14% هذه النسبة تتعدى النسبة التي حققتها نسبة الفتحات للحوائط عندما تكون WWR=30% حيث حققت هذه النسبة وفر 10,4% .

7-3 نوع الإطار المستخدم :

في هذه الأستراتيجية سوف تتم المقارنة بين في حالة استخدام إطار من الخشب ،واستخدام إطار من الألومنيوم بدون كسور حرارية (No thermal break) مع العلم أن الحالة الأساسية المستخدمة بالبرنامج هو الإطار الخشبى والجدول التالى (5) يوضح المقارنة :

من الجدول (5) يتبين أن أستخدام إطارات من الألومنيوم (بدون كسور حرارية) تتسبب في زيادة استهلاكات الطاقة وان كان بنسبة ضئيلة ، حيث أن استخدام الإطارات الخشبية يعمل على خفض أحمال التبريد الكلية بنسبة = 3.5% في الواجهة الجنوبية.

7-4 أستخدام الكاسرات الشمسية:

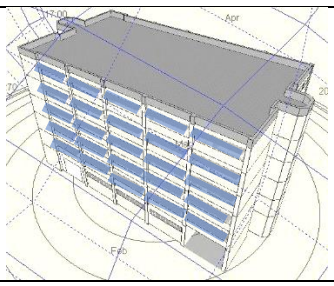
عند تطبيق الكاسرات الشمسية بالواجهة الجنوبية فوق الفتحات بالدور الأول والثالث والخامس حققت وفر في الطاقة عن طريق

تكون الظلال حيث قلت أحمال التبريد لتساوى 3926كيلو وات ساعة لتحقق نسبة خفض تساوى 11,6 % من الطاقة المستهلكة بالمبانى .

7-5 تركيب خلايا كهروضوئية فوق الكاسرات الشمسية

يظهر الأطلس الشمسى العالمى أن متوسط الأشعاع الشمسى في مصر يتراوح بين 2000-32000 كيلو وات ساعة /م2/سنة ، وبمعدل أسطاع شمسى يتراوح بين 9- 11 ساعة في اليوم ، وهى نسبة كبيرة تعطى أمكانية كبيرة لأستغلالها عن طريق الخلايا الشمسية .

والألواح المستخدمة من نوع متعدد الكريستالات Polycrystalline Silicon والتي تصل كفائتها الى 16,9 % وعمرها الأفتراضى 25 سنة أو أكثر والمقاس المستخدم منها هو (164 x99 سم) ويحتوى اللوح الواحد على 60 خلية يتراوح من (255-285 وات)[19]، تحتوي الواجهة الجنوبية علي 5 نوافذ كل فتحة تحتاج الي 3 خلايا ليكون عدد الخلايا بالدور الواحد (15خلية) ، فصممت كاسرات الواجهة الجنوبية بالدور الأول والثالث والخامس حتى لا تتكون الظلال فوق الخلايا الشمسية اذا صممت لأدوار المبنى كلة وتقل كفائتها ، كما بالشكل (15) ،وبذلك يكون عدد الألواح الكلى =45 لوح بالواجهة الجنوبية،وبذلك تمكنت هذه الألواح من أنتاج طاقة تساوى 13.5% من إستهلاك الطاقة الكهربائية للمبني خلال العام



شكل (15) يوضح الكاسرات ذات الخلايا لاشمسية بالواجهة الجنوبية

المصدر : design builder software

7-6- استخدام التهوية الطبيعية عندما تكون درجة الحرارة الخارجية أقل من 25 درجة مئوية (التهوية المدمجة mixed mode building)

تشير التهوية المدمجة إلى استخدام مزيجًا من التهوية الطبيعية من النوافذ القابلة للفتح (إما يتم التحكم فيها يدويًا أو تلقائيًا) مع استخدام تكييف الهواء متى وأينما كان ذلك ضروريًا كلما كان ذلك ممكنًا أو مرغوبًا فيه ، لتحقيق أقصى قدر من الراحة مع تجنب الاستخدام الكبير للطاقة وتكاليف التشغيل لتكييف الهواء على مدار السنة.

وقد تم حساب معدل الخفض في أحمال التبريد عند استخدام التهوية المدمجة كما يلى :

1- بتحليل ملف البيانات المناخية الخاصة بأقليم شمال الصعيد ، وجد أن عدد الساعات (بناء على حدود الراحة الحرارية) التي تكون فيها درجة الحرارة الخارجية أكبر من 25 درجة مئوية تساوى (1100ساعة تقريبا) وبذلك تكون هذه الساعات خارجة من مجال الراحة الحرارية ولا يمكن فتح النوافذ فيها .

2- ثم بعمل محاكاة ساعية لحساب عدد ساعات استخدام التكييف خلال العام وجد أن :عدد الساعات =1439 ساعة خلال السنة .

3-بناء على هذا التحليل والمحاكاة تم استنتاج الساعات التي يمكن أن تستخدم فيها التهوية الطبيعية هى (1439-1100=339 ساعة تقريبا في السنة).

4- وبذلك يكون الوفر في أحمال التبريد نتيجة التهوية المدمجة = 339 /1439 = 23.50 %

مع ملاحظة أن هذه النسبة أهملت انخفاض درجات الحرارة في الواجهة الشمالية عن الجنوبية بسبب انخفاض الإشعاع الشمسى واعتمدت فقط على درجات الحرارة الكلية مما يعنى أن هذه النسبة تقريبية ومن الممكن أن تكون أكبر من ذلك ،وهذا يعطى مؤشرا كبيرا لأهمية تحقيق التهوية الطبيعية وتصميم المبنى بشكل يحقق (مخرج ومدخل للهواء) لتتحقيق أقصى استفادة من التهوية الطبيعية ،ولكن لأنة مبنى قائم فيصعب تطبيق تغيرات جزرية في التصميم لتحقيق تهوية سلبية بها (مخرج ومدخل للهواء).

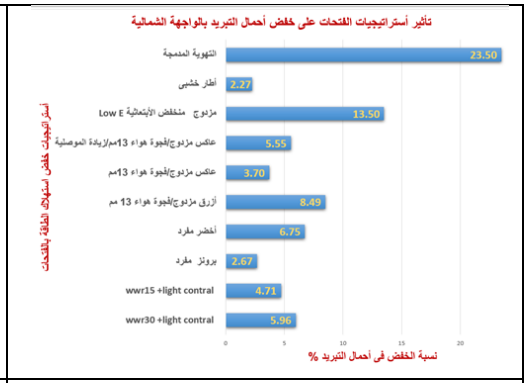
8- معدلات الخفض في أحمال التبريد الناتجة عن تطبيق أستراتيجيات تصميم الفتحات

يبين الشكل (17) ترتيب البدايل من حيث تقللها لأحمال التبريد ، فتظهر الكاسرات الشمسية ذات الخلايا الكهروضوئية أكبر نسبة من الخفض في أحمال التبريد حيث تحقق نسبة خفض تصل الى 25.1% بالواجهة الجنوبية ،ثم التهوية المدمجة عن

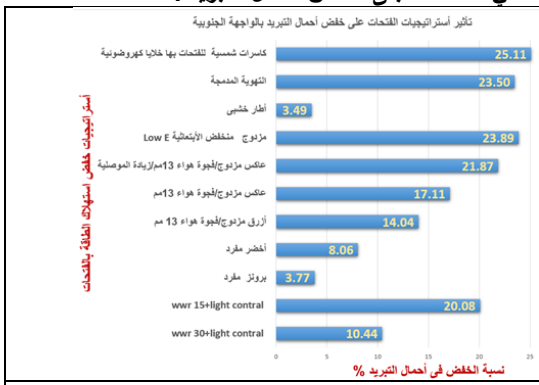
طريق الفتحات حيث حققت خفض يصل الى 23.5% ، تليها الزجاج المزدوج منخفض الأبتعاثية(low-e) حيث حقق أكبر نسبة خفض تصل الى 24% بالواجهة الجنوبية و13.5% بالشمالية ، أما البدائل التي حققت اقل نسب خفض في أحمال التبريد فهى الزجاج البرنز المفرد وتغير نوع الإطار للنوع الخشبى.

ومن الملاحظ أيضا أن أنواع الزجاج المختلفة لم تتشابة بنفس التأثير في الواجهة الشمالية والجنوبية، كالزجاج العاكس فهو قد حقق خفضا كبيرا في أحمال التبريد بالواجهة الجنوبية ، بينما لم يحقق نجاحا جيدا في الواجهات الشمالية نظرا لانخفاض النفاذية البصرية فيه والتي تسببت في زيادة أحمال الإضاءة بشكل كبير .

والشكل التالى (16) و(17) يقارن بين الاستراتيجيات المتبعة في فتحات المبنى لخفض أحمال التبريد :



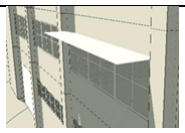
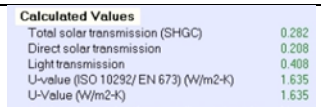
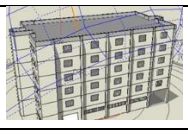
شكل (16) تأثير استراتيجيات تصميم الفتحات في خفض أحمال التبريد الشمالية (غرفة 4)

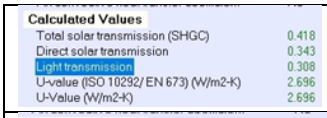
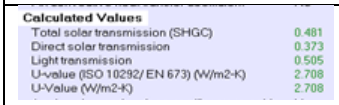
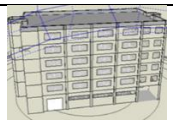
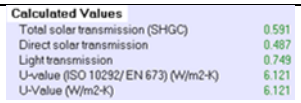
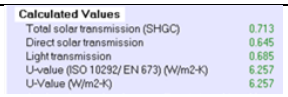
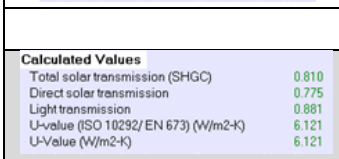


شكل (17) تأثير استراتيجيات تصميم الفتحات في خفض أحمال التبريد بالواجهة الجنوبية (غرفة 7)

المصدر : الباحثة

وبذلك تكون الأستراتيجيات المتبعة بالفتحات حققت خفض بالواجهة الجنوبية للمبنى كما يلى في جدول (6) مرتبة من الخفض الأكبر للأصغر مع مقارنتها بالحالة الأساسية للمبنى

الأستراتيجيات المتبعة	حمل التبريد المحسوس Sensible	حمل التبريد الكامن latent	أحمال الأضاءة	الأحمال الكلية	نسبة الخفض من الأحمال الكلية %	صور توضيحية
كاسرات شمسية بها خلايا كهروضوئية	3236	690	10	3936	**%25.11**	
الزجاج منخفض الأبتعاثية	2670	666	53	3389	%23.9	
التهوية المدمجة	–	–	–	–	%23.5	
زجاج عاكس مزدوج/فجوة هواء 13مم/موصلية منخفضة	2714	675	84	3479	%21.9	
نسبة الفتحات للحوائط =15%+ تحكم بالأضاءة اتوماتيكيا	2817	664	78	3559	%20	

زجاج عاكس مزدوج/فجوة هواء 13مم	2931	676	84	3691	%17.1	
زجاج أزرق مزدوج/فجوة هواء 13 مم	3108	687	33	3828	%14	
نسبة الفتحات للحوائط =30%+ تحكم بالأضاءة اتوماتيكيا	3277	690	21	3988	%10.44	
زجاج أخضر مفرد	3388	693	13	4094	%8	
8 زجاج برونز مفرد	3566	703	16	4285	%3.77	
أطار خشبى	3859	733	-	4592	%3.94	
الحالة الأساسية للمقارنة (غرفة 7 دور متكرر بالواجهة الجنوبية بدون اى معالجات)	3726	711	-	4437	-	

جدول (6) تأثير الأستراتيجيات المتبعة على خفض معدل أحمال التبريد خلال فتحات المبنى بغرفة(7) بالواجهة الجنوبية

المصدر : الباحثة

8- 1 نتائج الجدول (6) :

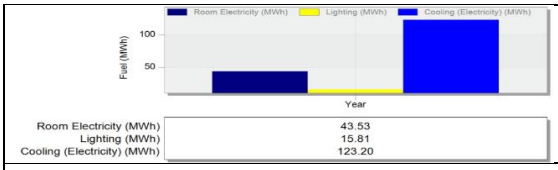
1- الزجاج منخفض الأبتعاثية أعطى خفض في أحمال التبريد يتقارب مع الكاسرات الشمسية الكهروضوئية والتهوية المدمجة.

2- أفضل بدائل تم أستخدامها هي الزجاج منخفض الابتعاثية تليها الزجاج العاكس ذات الموصلية المنخفضة حيث حققا خفض في احمال التبريد يساوى 24% ، 22% على التوالي وهى نتائج مزهلة ، حيث فاقت الخفض التى حققة تقليل نسبة الفتحات إلى 15%.

9- الجمع بين أفضل المعالجات (الأداء الكلى للمبنى بعد تطبيق المعاجات الناجحة) :

تم تطبيق أفضل معالجات حققت أعلى نسبة وفر بالواجهة الجنوبية وهى (الكاسرات الشمسية – الزجاج منخفض الابتعاثية) وتحقيق أفضل معالجة في الواجهة الشمالية وهى أستخدام زجاج منخفض الأبتعاثية low-e والخروج بنتائج لأداء المبنى الكلى.

فقد كانت أحمال التبريد الكلية للمبنى قبل استخدام المعالجات هي 123200 كيلو وات ساعة أما بعد استخدام المعالجات فهى 91534,91 كيلو وات ساعة.



شكل (18)أحمال التبريد الكلية للمبنى بعد استخدام المعالجات الناجحة.

شكل (19)أحمال التبريد الكلية للمبنى قبل استخدام المعالجات الناجحة.

المصدر : design builder software

لتظهر النتائج **انخفاضا في معدلات أحمال التبريد الكلية في المبنى بمقدار 25,7%** ، ويوضح الشكل (18 و19) أحمال التبريد الكلية للمبنى قبل وبعد استخدام المعالجات الناجحة، فقد كانت أحمال التبريد الكلية للمبنى قبل استخدام المعالجات هي

123200 كيلو وات ساعة أما بعد استخدام المعالجات فقد انخفضت إلى 91534,91 كيلو وات ساعة.

– ملحوظة : حسابات تطبيق الخلايا الشمسية

احتساب كميات الطاقة المنتجة من الخلايا الشمسية يدوياً عن طريق تطبيق الخلايا الشمسية علي الكاسرات التي تم استخدامها في الواجهة الجنوبية فبرنامج design builder غير متخصص في حساب إنتاج الخلايا الشمسية .

حساب الطاقة المنتجة من ألواح الخلايا الشمسية

- متوسط انتاج الخلايا الشمسية خلال اليوم 6 ساعات = (250وات x 45لوح)/1000 = 11.25كيلووات
- الطاقة المنتجة سنويا = 11.25 ك.و.س x 6 ساعة x 365 يوم = 24637.5 كيلو وات ساعة

وحيث أن استهلاك الطاقة الكهربائية السنوي قبل تطبيق أي معالجات علي المبني محل الدارسة = أحمال التبريد + الإضاءة + الكمبيوتر = 123200 + 15810 + 43530=182540 كيلووات ساعة

- نسبة إنتاج الخلايا إلى استهلاك الطاقة الكهربائية للمبني خلال العام = (100x24637.5)/ 182540= 13,5% .

– الاستفادة من الطاقة الشمسية المنتجة من الخلايا الشمسية في المبني محل الدراسة مكلف ما يلجأنا إلي بيع الطاقة المنتجة لشركات الكهرباء.

10–الخلاصة:

إن الحافز لهذه الورقة البحثية هو القلق المتنامي إزاء نضوب مصادر الطاقة ، فالمباني مسؤولة عن ما لا يقل عن 40 % من إجمالي استخدام الطاقة في معظم البلدان، والنوافذ هي مفتاح كفاءة استهلاك الطاقة في غلاف المبني فهي مسؤلة عن 60% من استهلاك الطاقة في المبني.

استعرضت الورقة البحثية الخصائص التصميمية للفتحات التي تحقق كفاءة استهلاك الطاقة، و نتائج عن معدلات استهلاك الطاقة بمبنى الخدمات الطلابية باستخدام برنامج design builder ، وطبقت بدائلا تصميمية للفتحات على مبنى الخدمات الطلابية للخروج بنتائج عن معدلات الخفض في أحمال التبريد والإضاءة ، عن طريق اختيارغرفة في التوجية الجنوبى وغرفة أخرى في التوجية الشمالى وذلك لتسهيل دراسة البدائل ، واختيار أفضل البدائل لكل توجيه ثم تطبيقه على المبنى بأكمله وحساب نسبة الخفض الكلى فى استهلاك الطاقة.

تظهر النتائج معدلات انخفاض استهلاك الطاقة في الغرف ، فالبديل الأول تغير نوع الزجاج حيث تم تطبيق أنواع مختلفة من الزجاج على الغرفتين محل الدراسة واختيار أفضل نوع وهو الزجاج منخفض الابتعاثية (low e) ،فقد حقق معدل خفض في استهلاك الطاقة يصل الى 24٪ في الجنوب و 13.5٪ في الشمال. أما البديل الثاني فهو تغير إطار النافذة ، وقد حقق نسبة منخفضة في توفير الطاقة. والبديل الثالث هو استخدام التظليل، وقد وجد أن معدل الخفض وصل إلى 11.6٪ في الجنوب. وفى البديل الرابع تم تغيير نسبة النافذة إلى الحائط (مرة بنسبة 15٪ وآخرى30٪) وتركيب حساسات للأضاءة للتحكم اتوماتيكيا بالأضاءه الصناعية. وقد وجد أن أفضل نسبة نافذة إلى الحائط كانت 15٪ في الجنوب و 30٪ في الشمال. فقد حققت خفض يصل الى 20٪ في الجنوب و 6٪ في الشمال.

وخلص البحث إلى تطبيق أفضل البدائل على المبنى بأكمله (الزجاج المنخفض الأبتعاثية والتظليل الأفقي في الجنوب) ليحقق وفرا في استهلاك الطاقة بالمبنى يصل الى 25.7 ٪ سنويا. وعند تطبيق الخلايا الشمسية على الكاسرات في الاتجاه الجنوبي ،حققت نسبة إنتاج سنوي للطاقة يساوى (24637.5 كيلو وات ساعة)، و هذا الإنتاج يساوى 13.5٪ من إجمالي استهلاك الطاقة بالمبنى.

11- المراجع References

1- صلاح النجار ، رئيس المجلس المصرى للبناء الأخضر 17) . مارس 2016 .(مؤتمر تحت شعار التصميم ، البناء ، التنفس .الأبنية الخضراء في مصر : حلّ لمشكلة الطاقة؟ .مصر : إيمان مصطفى.

2- U.S. Department of Energy (US DOE). 2010 Buildings Energy Data Book. Silver Spring, MD: Prepared for U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy by D & R International, Ltd.; 2011. Obtained fromhttp://buildingsdatabook.eren.doe.gov/docs%5CDataBooks%5C2010_BEDB.pdf on 6/24/ 2013.

3- Jafari A, Valentin V. "An investment allocation approach for building energy retrofits" 10.1061/9780784479827 San Juan, Puerto Rico, USA: Construction Research Congress (CRC); 2016. p. 107.

4- رشا محمود جابر مرسى .(2007) .رسالة ماجيستير عن مفاهيم الحفاظ على الطاقة وانعكاسها على التصميم المعمارى .قسم العمارة ، كلية الهندسة: جامعة أسيوط.

5- Fernandes C, de Brito JM, Cruz CO. "Thermal Retrofitting of Façades: architectural Integration of ETICS". J Perfor Constr Facilities 2016;30(2). 06015002-1

6- Johnson R, Selkowitz S, Sullivan R. "How fenestration can significantly affect energy use in commercial buildings.". Washington, DC: Proceedings of the 11th Energy Technology Conference; 1984.

7- Shen H, Tzempelikos A. Sensitivity analysis on daylighting and energy performance of perimeter offices with automated shading. Build Environ 2013; 59:303–14. [2013/01/01/].

8- Alghoul SK, Rijabo HG, Mashena ME. Energy consumption in buildings: a correla-tion for the influence of window to wall ratio and window orientation in Tripoli,Libya. J Build Eng 2017; 11:82–6. [2017/05/01/].

9- Goia F. Search for the optimal window-to-wall ratio in office buildings in different European climates and the implications on total energy saving potential. Sol Energy 2016; 132:467–92. [2016/07/01/].

10 - Grynning S, Gustavsen A, Time B, Jelle BP. Windows in the buildings of tomorrow:energy losers or energy gainers? Energy Build 2013; 61:185–92. [2013/06/01/].

11- B. Betül, U. Teoman Aksoy, Investigation of the Effects of Orientation and Window 518 Usage on External Walls in Terms of Heating and Cooling Energy, Turkish journal of 519 engineering and environmental sciences, 32 (2008) 23–33.

12- Jelle BP, Hynd A, Gustavsen A, Arasteh D, Goudey H, Hart R. Fenestration of today and tomorrow: a state-of-the-art review and future research opportunities. Sol Energy Mater Sol Cells 2012; 96:1–28.

13- Brad Schepp & Stepben M Hastie,The complete passive solar home book. Tab Book Inc Ridge Summit,1985.

14- R, N. (2004). Sustainable Small House living in the UK. Green building bible , 3rd Edition Volume 2.

15- عباس محمد عباس الزعفرانى .(1995) .العمارة السالبة فى المناطق الحارة (تقييم لأقتصاديات معالجاتها المناخية)، رسالة ماجيستير .جامعة القاهرة: قسم الهندسة المعمارية.

16 - Jelle BP, H. A. (2012). Fenestration of today and tomorrow : astate -of-the - art review and future research opportunities. Solar Energy Materials and Solar Cells, 1-28.

17- Rashdi, W. S. (2016). Analysing Optimum Building form inRelation to Lower Cooling Load Procedia . Social and Behavioral Sciences,222, p 782-790.

18- الكود المصرى .(2012) .الكود المصرى لتحسين كفاءة أستخدام الطاقة فى المبانى .جمهورية مصر العربية: المركز القومى لبحوث الأسكان والبناء.

19- https://nasrsolar.com.

Abstract:

Energy Crisis is a global phenomenon affecting all countries. Buildings are responsible for at least 40 % of the total energy consumption in the most countries, Windows are the essential item that effect in energy efficiency of the building envelope. They are responsible for 60% of building energy consumption.

The research paper reviewed the design characteristics of windows that achieve energy efficiency, Evaluation of the student service building using the simulation program (design builder). The design alternative was applied to the window on the building and extracting the reduction rates in cooling and lighting loads. Design alternative was applied in a room in the south and another room in the north. That will make the study of the alternatives is easier. This will help us to choose the best alternatives for each orientation then apply it on the whole building and calculate the saving percentage of energy consumption.

The results of the rooms show the rates of reduction in energy consumption. The first alternative was changed the glassing with different types. It was found the best glass is double-low-emission (low-e) the reduction rate reached 24% in the south and 13.5% in the north. The second alternative was changed the frame of the window. It achieved a low percentage in saving energy. The third alternative was using shading. It was found the reduction rate reached 11.6% in the south. The fourth alternative was changed the window to wall ratio (once 15% / 30%) and used the light control. It was found the best window to wall ratio was 15% in the south and 30% in the north. The reduction rate reached 20% in the south and 6% in the north.

The final conclusion by apply the best alternatives on the whole building (low-e glassing & horizontal shading in the south) achieved 25.7% as saving energy.
The manual calculation of photovoltaic cells is applied on shading in the south orientation. It achieved annual production of energy (24637.5 kwh). That production is considered 13.5% of the whole consumption of the building.

Key words: Energy, windows, administrative building, Fayoum University, simulation, shading