جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق والتنمية العمرانية
المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

الكود المصرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة فى المبانى

كود رقم ٣٠٦ – ٢٠٠٥ / ECP 306 - 2005

الجزء الأول : المبانى السكنية

كود رقم (١/٣٠٦)

اللجنة الدائمة
لإعداد الكود المصرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة فى المبانى
٢٠٠٦

ادارة التطوير
قسم رقم (٣)

جمهورية مصر العربية

وزارة

الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

مكتب الوزير

الرقم البريدى ١١٥١٦

قرار
وزير الإسكان
والمرافق والمجتمعات العمرانية
رقم ٤٨٢ لسنة ٢٠٠٥

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية :

- بعد الإطلاع على القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ بشأن أسس التصميم وشروط تنفيذ الاعمال الإنشائية وأعمال البناء .
- وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم ٤٦ لسنة ١٩٧٧ فى شأن مركز بحوث الاسكان والبناء والتخطيط العمرانى.
- وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم ٦٣ لسنة ٢٠٠٥ فى شأن إعادة تنظيم المركز القومى لبحوث الاسكان والبناء.
- وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم ٦٤ لسنة ٢٠٠٥ فى شأن إصدار اللائحة التنفيذية للمركز القومى لبحوث الاسكان والبناء.
- وعلى القرار الوزارى رقم ٤٩٢ لسنة ١٩٩٦ بتشكيل اللجنة الرئيسية لأسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء .
- وعلى القرار الوزارى رقم ٢١١ لسنة ٢٠٠٣ بشأن تشكيل اللجنة الدائمة لاعداد الكود المصرى لتحسين كفاءة الطاقة فى المبانى.
- وعلى موافقتنا على المذكرة المقدمة من السيد الأستاذ الدكتور / رئيس مجلس إدارة المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء والسيدة الأستاذ الدكتور / رئيس اللجنة الدائمة للكود المصرى لتحسين كفاءة الطاقة فى المبانى .

جمهورية مصر العربية

وزارة

الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

مكتب الوزير

الرقم البريدى ١١٥١٦

قـــرر

—

المادة الأولى :

يتم العمل بالكود المصرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة فى المبانى :

الجزء الأول : المبانى السكنية .

المادة الثانية :

تلتزم الجهات المعنية والمذكورة فى القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ بما جاء بالكود كل فيما يخصه .

المادة الثالثة :

تتولى اللجنة الدائمة للكود اقتراح التعديلات والإضافات التى تراها لازمة بغرض التحديث كلما دعت الحاجة لذلك وتعتبر التعديلات والإضافة بعد إصدارها جزءاً لا يتجزأ من الكود .

المادة الرابعة :

يتولى المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء التعريف بالكود والتدريب عليه.

المادة الخامسة :

ينشر هذا القرار فى الوقائع المصرية ويعتبر نافذاً بعد مرور ستة أشهر من تاريخ النشر .

وزير الإسكان
والمرافق والمجتمعات العمرانية
دكتور مهندس/
محمد ابراهيم سليمان

صدر برئ ٢٠٠٥/١٢/٢٠

الباب الأول

الأسس والمفاهيم العامة للكود

١-١ المجال

تصنف المبانى طبقاً لهذا الكود إلى ثلاثة أنواع من حيث طبيعة الإشغال وهى :

- المبانى السكنية الجديدة .
- الأجزاء السكنية فى المبانى الجديدة متعددة الأغراض .
- الأجزاء السكنية المستحدثة فى المبانى القائمة .

يتضمن هذا الكود متطلبات تحسين كفاءة الطاقة فى المبانى السكنية المكيفة أو غير المكيفة ولا يخص المعايير الخاصة بالصحة والسلامة والأمان ، وهذا الكود ليس بديلاً لأى متطلبات مذكورة فى الكودات الأخرى ولا يتعارض مع بنودها وتوصياتها .

يقدم هذا الكود الأسس العامة للمبانى السكنية والتى تشترط الآتى :

أ – تحسين كفاءة الطاقة المستخدمة لتحقيق الراحة الحرارية والضوئية فى التصميم والتنفيذ لكل من :

- المبانى السكنية الجديدة.
- الأجزاء السكنية فى المبانى الجديدة متعددة الأغراض
- الأجزاء السكنية المستحدثة فى المبانى القائمة.
- الأجهزة والأنظمة الجديدة فى المبانى السكنية.

ب – تحديد الحد الأدنى من المتطلبات التى يجب توافرها للالتزام بهذا الكود

١-٢ عناصر المبنى التى يجب تطبيق الكود عليها

يطبق هذا الكود على العناصر التالية من المبنى وهى :

- الغلاف الخارجى للمبنى والذى يشمل الأسقف والحوائط وما تحويه من فتحات معرضه للبيئة الخارجية .
- نظم التهوية الطبيعية .
- نظم تكييف الهواء والتهوية القسرية .
- نظم تسخين المياه .

- نظم الإضاءة الطبيعية والصناعية .
- نظم توزيع القوى الكهربائية .

١-٣ المبانى غير الخاضعة لهذا الكود

لا تطبق متطلبات هذا الكود على المبانى التالية :

- المبانى وأجزاء المبانى التى لا تستخدم فى الأغراض السكنية.
- المبانى التى لا تستخدم الطاقة الكهربائية أو البترولية .
- الأجهزة والأنظمة التى لا تخدم الأجزاء السكنية من المبنى .

١-٤ التطبيق

يطبق هذا الكود تبعاً لطبيعة المبنى باستخدام أحد المسارات الثلاثة التالية :

أ – المسار التوصيفى Prescriptive

يلزم تحقيق المتطلبات التوصيفية لكل مكونات المبنى بما يحقق متطلبات تحسين كفاءة الطاقة والراحة الحرارية والضوئية كما هو موضح فى كل من الأبواب من الثالث إلى الثامن.

ب – مسار التبادل المتكافئ Trade Off

يلزم تحقيق المتطلبات التبادلية طبقاً لكل من مكونات المبنى كما هو موضح فى كل من الأبواب من الثالث الى الثامن.

جـ – مسار التقييم الشامل لأداء المبنى Whole Building Performance

يلزم تحقيق متطلبات تحسين كفاءة الطاقة والراحة الحرارية والضوئية للمبنى كما هو موضح فى الباب التاسع .

١-٥ مراحل تطبيق الكود

أ – مرحلة التصميم.

ب – مرحلة المراجعة والاعتماد.

جـ– مرحلة التنفيذ .

يتطلب تطبيق الكود فى المراحل المذكورة خبراء متخصصين واعتماد السلطات المختصة

١-٦ مكونات الكود

يتكون الكود من عشرة أبواب تحدد أسس وطرق تحسين كفاءة الطاقة والراحة الحرارية والضوئية فى المبانى السكنية كالآتى :

- الباب الأول : الأسس والمفاهيم العامة للكود
- الباب الثانى : المتطلبات العامة لتطبيق الكود
- الباب الثالث : الغلاف الخارجى للمبنى
- الباب الرابع : نظم التهوية الطبيعية والراحة الحرارية
- الباب الخامس : نظم تكييف الهواء والتهوية القسرية
- الباب السادس : نظم تسخين المياه
- الباب السابع : نظم الإضاءة الطبيعية والصناعية
- الباب الثامن : نظم توزيع القوى الكهربائية
- الباب التاسع : الأداء الكلى للمبنى
- الباب العاشر : المصطلحات والتعاريف
- الملاحق
- المراجع

الباب الثانى

المتطلبات العامة لتطبيق الكود

٢-١ متطلبات تطبيق الكود

٢-١-١ المبانى الجديدة

يجب أن تتوافق المبانى الجديدة مع ما جاء فى الأبواب من الثالث إلى الثامن أو متطلبات كفاءة الطاقة فى المبنى ككل و الموضحة فى الباب التاسع .

٢-١-٢ الإضافات للمبانى القائمة

يجب أن تتوافق الإضافات أو التعديلات فى المبانى القائمة مع المتطلبات الواردة فى الأبواب من الثالث إلى الثامن . ويجب أن تتوافق أية زيادة فى ارتفاع المبنى أو مساحة الدور خارج الغلاف الخارجى للمبانى القائمة مع الاحتياطات الواردة فى الأبواب من الثالث إلى الثامن والخاصة بالغلاف الخارجى ، التهوية ، التكييف ، تسخين المياه ، الإضاءة ، القوى الكهربائية.

٢-١-٣ التعديلات فى المبانى القائمة

يجب أن تتوافق أجزاء غلاف المبنى ونظم التهوية ، التكييف ، تسخين المياه ، الإضاءة، القوى الكهربائية ، والنظم الأخرى والمعدات التى يتم استبدالها مع المتطلبات الموضحة فى الأبواب من الثالث إلى الثامن على النحو التالى :

أ – أن تتوافق كل من مكونات النظم المستبدلة مع المتطلبات الموضحة فى الأبواب من الثالث إلى الثامن.

ب – فى حالة استبدال أى مكون فى المبانى القائمة أو أجزاء منها ، فإنه يجب ألا تؤدى أية تعديلات إلى زيادة الاستهلاك السنوى للطاقة ويستثنى من ذلك المبانى الأثرية.

٢-١-٣-١ التعديلات فى الغلاف الخارجى

يجب أن تتوافق التعديلات فى غلاف المبنى مع متطلبات البابين الثالث والرابع فى طرق العزل الحرارى والتحكم فى تسرب الهواء والتهوية الطبيعية والفتحات ويستثنى من ذلك الحالات التالية :

أ – إضافة نوافذ ضد العواصف.

ب – استبدال الزجاج الموجود بشرط عدم زيادة الإنتقالية الحرارية الكلية
(Total Thermal Transmittance, U)
ومعامل الإكتساب الحرارى الشمسى للزجاج (Solar Heat Gain Coefficient, SHGC)

جـ– التعديلات الخاصة بالفراغات كاملة العزل بالأسقف والحوائط والأرضيات المعرضة.

د – تعديل الطبقة الخارجية للسطح المعرض فى حالة وجود عزل حرارى تحت هذا السطح.

هـ– تعديل مساحة الفتحات وبحيث ألا تتعدى نسبة التعديل ٢٥ % من المساحة لفتحات المبنى ويشترط عدم زيادة كل من الإنتقالية الحرارية الكلية ومعامل الإكتساب الحرارى الشمسى للزجاج.

٢-١-٣-٢ التعديلات فى معدات التكييف والتهوية القسريه

يجب أن تتوافق معدات الأجهزة الجديدة التى يتم استبدالها مع الحد الأدنى لكفاءة الطاقة والمتطلبات المحددة فى الباب الخامس ويستثنى من ذلك الحالات الآتية :

أ – المعدات المعدلة أو التى يتم إصلاحها بشرط ألا يؤدى هذا التعديل إلى زيادة فى الاستهلاك السنوى للطاقة.

ب – عندما يتطلب الاستبدال أو إدخال معدات جديدة مراجعة النظم الأخرى أو المعدات أو العناصر لهذا المبنى.

جـ– تغيير وسيط التبريد لمعدة قائمة.

د – تغيير مكان معدة موجودة .

وفى حالة تكييف فراغ ما يجب تقليل تسرب الهواء كما هو موضح فى الباب الخامس .

٢-١-٣-٣ معدات ونظم تسخين المياه

يجب أن تتوافق معدات ونظم تسخين المياه بالمبانى التى يتم استبدالها مع المتطلبات الموضحة فى الباب السادس فقرة (٦-٢-١).

٢-١-٣-٤ نظم الإضاءة

يجب أن يتوافق تعديل نظم الإضاءة فى المبانى مع متطلبات الباب السابع فقرة (٧-٤-١) وفقرة (٧-٥-١).

٢-١-٣-٥ نظم القوى الكهربائية

يجب أن يتوافق تعديل نظم القوى الكهربائية مع متطلبات الباب الثامن بند (٨-٣).

٢-١-٣-٦ نظم إدارة الطاقة

يجب أن يتوافق تعديل نظم إدارة الطاقة للمبنى مع متطلبات الباب التاسع بند (٩-٢).

٢-٢ المستندات المطلوبة

٢-٢-١ عام

المستندات المطلوبة للاعتماد هى التصميمات التنفيذية والمواصفات والحسابات الهندسية (النوتة الحسابية) والتقارير والمستندات المكملة والبيانات الأخرى ذات الصلة باستهلاك الطاقة فى المبانى .

٢-٢-٢ مستندات التصميم والتنفيذ

يجب أن توضح مستندات التصميم والتنفيذ المعتمدة من المصمم المختص جميع البيانات الخاصة بنظم الغلاف الخارجى والتهوية والتكييف وتسخين المياه والإضاءة ونظم القوى الكهربائية بالتفاصيل اللازمة لتحديد مدى التوافق مع متطلبات هذا الكود .

٢-٢-٣ المستندات المكملة

هى المعلومات الإضافية اللازمة للتحقق من التوافق مع هذا الكود مثل الحسابات التفصيلية ومواصفات المعدات والكتالوجات .

٢-٣ المواد والأجهزة والنظم

٢-٣-١ عام

يجب وضع بطاقة على جميع المواد والأجهزة ذات العلاقة بكفاءة استخدام الطاقة فى المبانى موضحاً بها خواص المواد وكفاءة أداء الطاقة للأجهزة.

٢-٣-٢ فتحات النوافذ والأبواب بالغلاف الخارجى

يجب أن يضع المصنع بطاقة على المنتج يوضح بها الانتقالية الحرارية الكلية ومعامل الاكتساب الحرارى الشمسى ومعدل تسرب الهواء لجميع النوافذ والأبواب بالغلاف الخارجى وفى حالة عدم وجود هذه البطاقة يجب تقديم شهادة سارية من المعامل المختصة المعتمدة، على أن يتم التركيب طبقاً للأصول الفنية .

٢-٣-٣ عزل الغلاف الخارجى للمبنى

يجب تحديد المقاومة الحرارية بعلامة يضعها المصنع على كل مكون يستخدم فى عزل غلاف المبنى وفى حالة عدم وجود هذه العلامة يتم تقديم شهادة سارية من المعامل المختصة المعتمدة.

٢-٣-٤ الأجهزة الكهروميكانيكية

يجب أن تشمل بطاقة البيانات للأجهزة مدى التوافق مع متطلبات كفاءة الطاقة.

٢-٣-٥ المحولات الكهربائية

يجب أن تشمل بطاقة بيانات المحول قيمة الفقد الكهربى فى حالة اللاحمل والحمل الكلى للمحول

٢-٤ مطابقة المواد والتصميمات

يسمح باستخدام أى مواد أو طرق إنشاء أو تصميمات أو معدات أو نظم غير واردة فى هذا الكود بشرط تحقيق متطلبات كفاءة الطاقة.

٢-٥ التفتيش والمعاينة

يجب على مسئول التفتيش بالجهة المنوطة مراجعة تنفيذ متطلبات الكود التى سبق تحديدها وهى كما يلى :

أ – العزل الحرارى للحوائط والأسقف والأسطح المعرضة بعد تركيبها وقبل إتمام أعمال النهو .
ب – النوافذ ونظم معالجتها بعد الانتهاء من تركيب جميع مكوناتها .
جـ– النظم الميكانيكية والمعدات والعزل الحرارى لها وذلك بعد تركيبها وقبل إتمام أعمال النهو
د – النظم والمعدات الكهربائية بعد تركيبها وقبل إتمام أعمال النهو .

٢-٦ المطابقة القانونية والتوافق مع التشريعات

لا تطبق أى فقرة من هذا الكود تتعارض مع القوانين والتشريعات السارية .

الباب الثالث

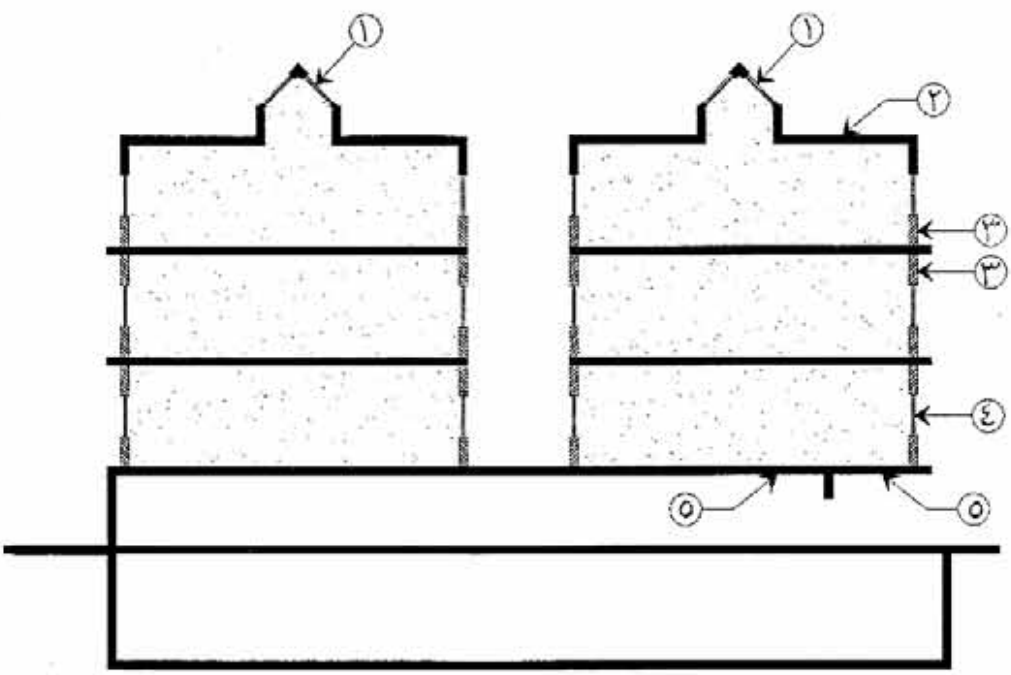
الغلاف الخارجى للمبنى

٣-١ عـــــام

يهدف هذا الباب إلى تحديد المتطلبات الإلزامية للغلاف الخارجى للمبانى السكنية المكيفة وغير المكيفة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة وتوفير الراحة الحرارية للقاطنين بها، وتساهم أساليب التصميم المعمارى البيئى وكذا الطرق السلبية للتبريد والتدفئة فى ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية فى القطاع السكنى . ومن هذه الأساليب التحكم فى الإشعاع الشمسي الساقط على الأسطح الخارجية للمبنى واختيار توجيه المبنى والنسب المثلي للفتحات واختيار الخصائص الحرارية لمواد البناء ولمواد العزل الحراري المستخدمة فى الغلاف الخارجى للمبنى.

٣-٢ تعريف الغلاف الخارجى للمبنى

يعرف الغلاف الخارجى للمبنى بأنه مجموع الحوائط والفتحات والأسقف والأرضيات المعرضة للظروف المناخية الخارجية المحيطة والموضحة بالشكل رقم (٣-١).



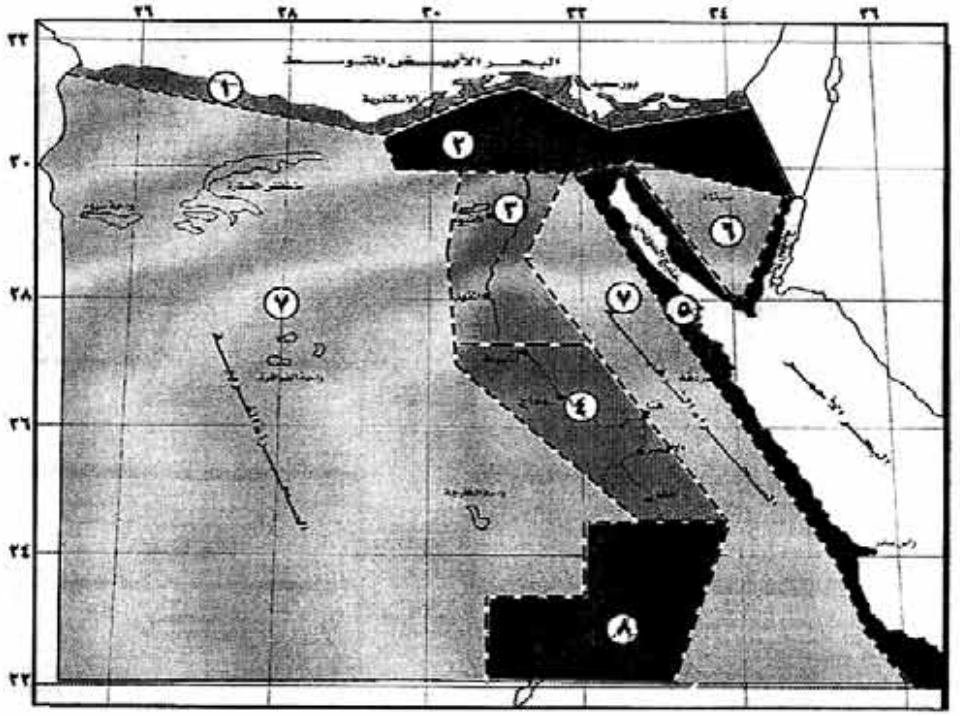
١- فتحة إضاءة علوية ٢- سقف معرض ٣- الجزء المعتم
٤- الجزء الشفاف ٥- سقف معرض يعامل معاملة الحائط الشمالى

شكل (٣-١) : قطاع توضيحى لعناصر الغلاف الخارجى للمبنى

٣-٣ العوامل المناخية الخارجية التصميمية

حددت المتطلبات التصميمية للغلاف الخارجى للمبانى السكنية لمدن الجمهورية المختلفة طبقاً للظروف المناخية الخارجية وتسرى هذه المتطلبات على المبانى فى المناطق ذات المناخ المشابه لمناخ المدن المذكورة .

حددت درجة حرارة يوم تبريد فى فصل الصيف بإعتبار ٢٥ س° درجة أساس بينما حددت درجة حرارة يوم تدفئة فى فصل الشتاء بإعتبار ١٨,٣ س° درجة أساس ، ويوضح الملحق رقم (أ -١) العوامل المناخية لبعض مدن الجمهورية المختلفة ، ويوضح الشكل (٣-٢) تقسيم مصر الى ثمان مناطق مناخية ، كما يوضح الجدول (٣-١) المدن الواقعة فى كل إقليم وحدود المقاومة الحرارية لكل اقليم والناقلية الحرارية المسموح بها.



شكل(٣-٢) الأقاليم المناخية لجمهورية مصر العربية

١ - إقليم الساحل الشمالى
٢ - إقليم الدلتا والقاهرة
٣ - إقليم شمال الصعيد
٤ - إقليم جنوب الصعيد
٥ - إقليم الساحل الشرقى
٦ - إقليم الهضاب المرتفعة
٧ - الإقليم الصحراوى
٨ - إقليم جنوب مصر

جدول (٣-١) المقاومة الحرارية للحوائط والأسقف للمبانى السكنية للمناطق المناخية المختلفة لجمهورية مصر العربية

م	الإقليم	المدن الواقعة فى الإقليم	المقاومة الحرارية للجزء المعتم		الناقلية الحرارية		ملاحظات
			الإتجاه	القيمة م٢.س°/وات	أسقف وات/م٢	حوائط وات/م٢	
١	إقليم الساحل الشمالى جدول (٣-٤ ، ٣-٥)	العريش – بورسعيد – دمياط – البحيرة – اسكندرية – مرسى مطروح – السلوم – وباقى المدن الواقعة فى هذا الإقليم	سقف	٢,١٥	٢٠	٤٥	
			ش	٠,٤٧-٠,٣٥			
			ق/غ	١,١٥-٠,٧٢			
			ج	٠,٦٩-٠,٤٧			
٢	إقليم الدلتا والقاهرة جدول (٣-٦ ، ٣-٧)	القاهرة الكبرى – الغربية – الدقهلية – الشرقية	سقف	٢,٧	٢٥	٥٠	
			ش	٠,٦٧-٠,٥٥			
			ق/غ	١,٣٥-٠,٩٢			
			ج	٠,٨٩-٦٧			
٣	إقليم شمال الصعيد جدول (٣-٨ ، ٣-٩)	بنى سويف – الفيوم – المنيا	سقف	٢,٨	٢٥	٥٠	
			ش	٠,٨-٠,٦٩			
			ق/غ	١,٢-٠,٩			
			ج	٠,٨-٠,٧			
٤	إقليم جنوب الصعيد جدول (٣-١٠ ، ٣-١١)	أسيوط – سوهاج – قنا حتى أسوان	سقف	٣	٢٥	٥٥	
			ش	١,٠-٠,٩			
			ق/غ	١,٧-١,٣			
			ج	١,٠-٠,٩			
٥	إقليم الساحل الشرقى جدول (٣-١٢ ، ٣-١٣)	الغردقة – السويس – مرسى علم – رأس سدر – شرم الشيخ – طابا – دهب	سقف	٢,٨	٢٠	٤٥	
			ش	٠,٥-٠,٤٥			
			ق/غ	١,١-٠,٨			
			ج	٠,٧-٠,٥			
٦	إقليم الهضاب المرتفعة جدول (٣-١٤ ، ٣-١٥)	سانت كاترين – الطور	سقف	٢	-	-	عزل أرضيات الدور الأرضى ضرورة حتمية
			ش	١,٢-١			
			ق/غ	١,٢-١			
			ج	١,٢-١			
٧	الإقليم الصحراوى جدول (٣-١٦ ، ٣-١٧)	الواحات البحرية – سيوة – الفرافرة – الخارجة – الداخلة – العوينات	سقف	٣	٢٥	٥٥	
			ش	١,٢-١,١			
			ق/غ	١,٤-١,٣			
			ج	١,٠-٠,٨			
٨	إقليم جنوب مصر جدول (٣-١٨ ، ٣-١٩)	أسوان – توشكى – أبوسمبل	سقف	٣	٢٥	٦٠	
			ش	١,١-١			
			ق/غ	١,٥-١,٢			
			ج	١,٠-٠,٩			

ش = شمال　　ق = شرق　　ج = جنوب　　غ = غرب

٣-٤ متطلبات الغلاف الخارجى

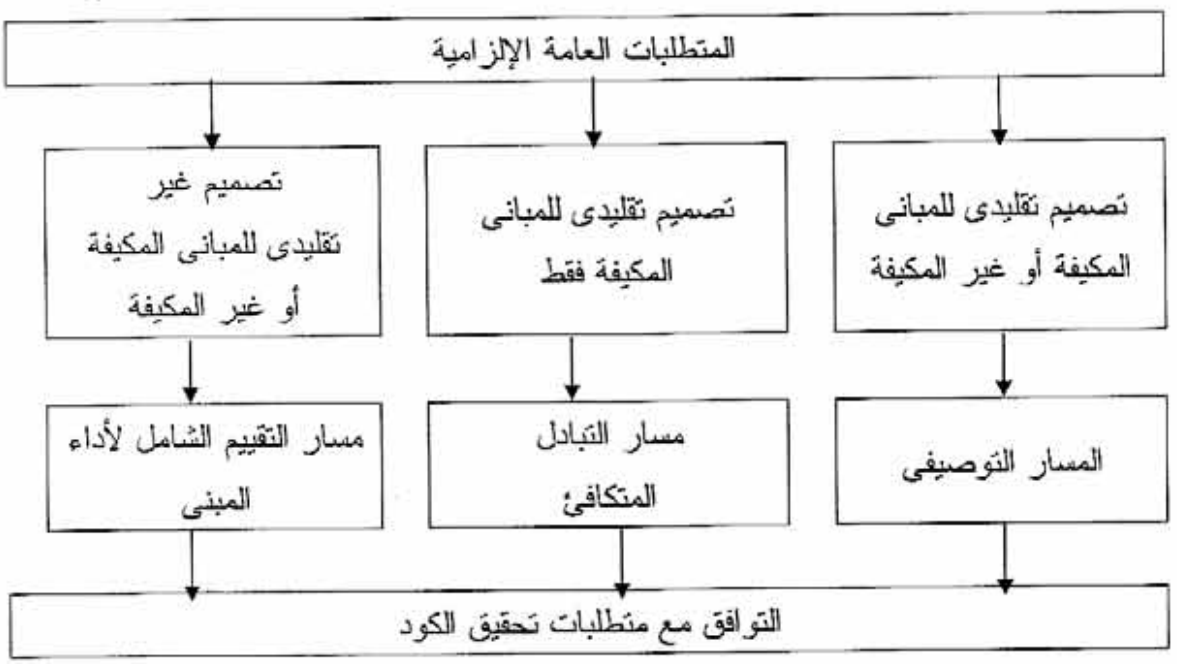
يجب أن يحقق الغلاف الخارجى للمبنى متطلبات المسارات المختلفة ومتطلبات الحد من تسرب الهواء فى حالة المبانى المكيفة ومتطلبات التحقق من الخواص الفيزوحرارية للمواد المستخدمة فى الغلاف الخارجى طبقاً للعلامات المميزة بند (٣-٨) . وفيما يلى متطلبات المسارات المختلفة .

أ - المسار التوصيفى (المواصفات المحددة)، بند (٣-٥)

ب - مسار التبادل المتكافئ ، بند (٣-٦) للمبانى المكيفة فقط

جـ- مسار التقييم الشامل لأداء المبنى كما هو موضح بالباب التاسع

ويوضح الشكل (٣-٣) مسارات تحقيق متطلبات الكود للغلاف الخارجى .



شكل (٣-٣) مسارات تحقيق متطلبات الكود للغلاف الخارجى

٣-٥ متطلبات المسار التوصيفى (مسار المواصفات المحددة)

يجب أن يحقق الغلاف الخارجى للمبانى السكنية المتطلبات المتوائمة مع مناخ الاقليم الذى يقع فيه المبنى كالتالى :

أ – أن تحقق مواصفات الغلاف الخارجى للمبانى السكنية غير المكيفة القيم الواردة فى جدول (٣-٢) ، (٣-٤) ، (٣-٦)، (٣-٨) ، (٣-١٠) ، (٣-١٢)، (٣-١٤) ، (٣-١٦) وطبقاً لمناخ الاقليم الواقع فيه المبنى.

ب – أن تحقق مواصفات الغلاف الخارجى للمبانى السكنية المكيفة القيم الواردة فى جدول (٣-٣)، (٣-٥) ، (٣-٧) ، (٣-٩) ، (٣-١١) ، (٣-١٣) (٣-١٥) ، (٣-١٧) وطبقاً لمناخ الاقليم الواقع فيه المبنى.

جـ– أن تحقق المبانى المتطلبات الواردة فى الجداول الخاصة بالاقليم المناخى .

٣-٥-١ الأجزاء المعتمة (غير المنفذة للضوء)

يجب ألا تقل المقاومة الحرارية الكلية لكل عنصر من العناصر المعتمة من الغلاف الخارجى (الأسقف والأرضيات المعرضة والحوائط الخارجية الواقعة فوق منسوب حطة الردم) عن الحد الأدنى الموضح بالجداول (٣-٢) إلى (٣-١٦) عمود (٤) .

٣-٥-١-١ حساب المقاومة الحرارية الكلية

تحسب المقاومة الحرارية الكلية بالجمع الجبرى لقيمة المقاومة الحرارية لكل من الطبقات المختلفة المكونة للحوائط ملحق (أ-٢) وتشمل :

أ – المواد الإنشائية كالطوب أو الحجر أو الخرسانة .

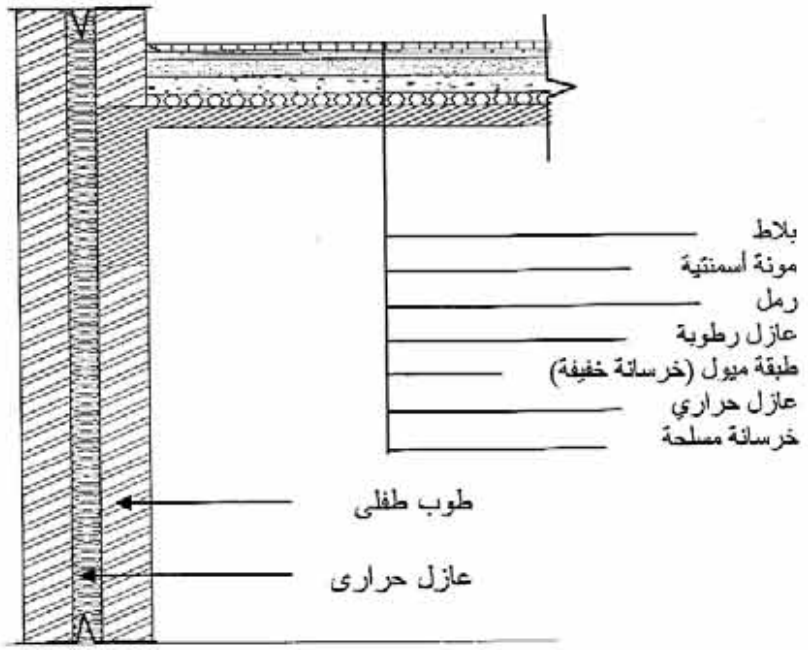
ب – مواد النهو كالبياض أو التجليد أو التكسيات بالمواد المختلفة فى حالة الحوائط ، أو الرمل والبلاط وخرسانة الميول فى حالة الأسقف ، وأى مواد أخرى تدخل فى تركيب الحائط أو السقف عدا مواد العزل الحرارى.

جـ– مجموع المقاومة السطحية للغشاء الهوائى الداخلى والخارجى (٠,١٧ – ٠,١٨ م^{٢}.س^{٥}/وات)

د – العزل الحرارى إن وجد .

هـ– الفراغات الهوائية إن وجدت.

لا يدخل فى حساب المقاومة الحرارية الكلية التغطية الخارجية لأغلفة المبانى المفصولة عنها بفراغ هوائي متصل مباشرة بالهواء الخارجى حتى وإن احتوت هذه التغطية على مواد عازلة للحرارة.



شكل (٣-٤) التقاء المواد العازلة للحرارة لكل من الحائط والسقف الأخير للمبنى

فى حالة استخدام مواد عازلة للحرارة فى الحوائط يجب أن تغطى الطبقة العازلة للحرارة أى مناطق تسرب للحرارة عند التقاء الحائط بالسقف شكل (٣-٤).

٣-٥-١-٢ الأرضيات المعرضة وحوائط المناور

تعامل الأرضيات المعرضة للهواء الخارجى وحوائط المناور الداخلية معاملة الحائط الشمالى من حيث المقاومة الحرارية الكلية المطلوبة والموضحة بالجداول من (٣-٢) إلى (٣-١٧).

٣-٥-٢ الفتحات الزجاجية

يجب أن تحقق الفتحات الخارجية للمبنى المتطلبات الموضحة بالجداول من (٣-٢) إلى (٣-١٧) طبقاً للمنطقة المناخية الواقع بها المبنى واتجاه الفتحة ونسبة مسطحها إلى مسطح الحائط ملحق (أ – ٣) وتحدد الجداول المتطلبات تبعاً لنمط إظلال الفتحة بإحدى الطرق التالية :

أ – الفتحات غير المظللة

يجب ألا يزيد معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحات (SHGC) عن الحد الأقصى المنصوص عليه بالجداول من (٣-٢) إلى (٣-١٧) فى الأعمدة من (٨) إلى (١١).

ب – الفتحات المظللة

يجب ألا تقل نسبة إظلال الزجاج (SGR) عن الحد الأدنى المنصوص عليه بالجداول من (٣-٢) إلى (٣-١٧) فى الأعمدة (١٢) إلى (١٥) ، ويتم تحديد إظلال الزجاج طبقاً للفقرة (٣-٥-٢-١).

جـ – الفتحات المظللة جزئياً

يجب ألا تتعدى قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC) المعدلة بنسبة إظلال الزجاج (SGR) عن الحد الأقصى المنصوص عليه بالجداول من (٣-٢) إلى (٣-١٧) ، ويتم حساب قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المعدلة باستخدام جدول (٣-١٩) وشكل (٣-٥).

٣-٥-٢-١ الإظلال الخارجى

فى حالة استخدام وسائل إظلال خارجية يراعى ما يلى :

أ – استخدام ضلف شمسيه أو حصائر متحركة خارجية

فى حالة استخدام ضلف شمسيه أو حصائر متحركة خارجيه ، فإن ما ورد فى بند (٣-٥-٢) بالنسبة لمعامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC) يكون غير ملزم ، ملحق (أ-٣) .

ب – المظلات والكاسرات الأفقية

فى حالة استخدام المظلات والكاسرات الأفقية والرأسية تحدد قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى طبقاً لقيمة نسبة الإظلال الذى توفره هذه الكاسرات (SGR) كما ورد فى الجدول (٣-١٩) وشكل (٣-٥) ، ملحق (أ-٣).

جـ – استخدام وسائل إظلال خارجية أخرى

فى حالة استخدام وسائل إظلال أخرى ثابته أو متحركة فإنه يجب حساب قيمة نسبة الإظلال الناتجه عن هذه الوسائل (SGR) وتحدد بناء عليها قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC) المسموح بها باستخدام الجداول من (٣-٢) إلى (٣-١٧) ، ملحق (أ-٣).

٣-٥-٢-٢ معامل شفافية الزجاج (SC)

يجب استخدام قيم معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC) لحساب قيم معامل شفافية الزجاج (SC) فى حالة عدم توافرها وذلك بالتعويض فى المعادلة (٣-١).

$$SC = SHGC / 0.87 \qquad (٣-١)$$

وفى حالة عدم توافر قيم معتمدة لكل من SC و SHGC يستخدم الجدولان (ب-١) ، (ب-٢) بملحق (ب) لحساب قيم SC و SHGC للأنواع الشائعة من الزجاج .

٣-٥-٢-٣ معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC) لفتحات الإضاءة العلوية

يجب ألا يزيد معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC) لفتحات الإضاءة العلوية الموجودة فى الغلاف الخارجى عن ٠,٥ فى المبانى المكيفة . وألا تقل نسبة إظلال الزجاج (SGR) فى هذه الفتحات عن ٧٠ % .

أما بالنسبة للمبانى غير المكيفة فلا يتم الموافقة على فتحات الإضاءة العلوية فيها إلا بعد أن يتم إظلال ٩٠ % من سطحها المعرض والتأكد من حمايتها من أشعة الشمس المباشرة إبتداء من الساعة العاشرة صباحاً وحتى الساعة الخامسة بعد الظهر خلال الفترة من ٢١ إبريل حتى ٢١ أكتوبر .

٣-٥-٢-٤ المقاومة الحرارية الكلية للفتحات

يجب ألا تقل قيمة المقاومة الحرارية الكلية للفتحة عن ٠,٤ م^{٢}س$^{\circ}$/وات فى حالة زيادة نسبة الفتحات عن ٣٠ % من الحائط فى أى واجهة ما عدا الواجهة الشمالية ، وذلك بالنسبة للمبانى المكيفة . أما بالنسبة للمبانى غير المكيفة فلا يجب أن تزيد نسبة الفتحات عن ٣٠ % من أى واجهة عدا الواجهة الشمالية .

٣-٥-٢-٥ التوافق بين المتطلبات الحرارية ومتطلبات الإضاءة الطبيعية باستخدام أنواع خاصة من الزجاج

يجب تحقيق متطلبات الإضاءة الطبيعية المنصوص عليها فى الباب السابع فقرة (٧-٥-١) دون الإخلال بالمتطلبات الحرارية الواردة بالجداول من (٣-٢) إلى (٣-١٧) وفى حالة وجود اختلاف بين المتطلبات الحرارية ومتطلبات الإضاءة الطبيعية يجب استخدام أنواع خاصة من الزجاج لها معامل نفاذية للضوء المرئي يحقق التوافق المطلوب.

جدول (٣-٢) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى غير المكيفة بإقليم الساحل الشمالى

يوم تكفئه (١٨,٣س°) =٤٦٩ يوم تبريد (٢٥س°) =١٥٣ HDD 18.3 °C = 469 CDD 25°C =153

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الإتجاه		انتصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية المطلوبة م٢س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية ٠,٤ / ٠,٦ / ٠,٨ المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢س°/وات			معامل الإكتساب الحرارى الشمسى المطلوب			نسبة الفتحات بالواجهات		نسبة إظلال الزجاج الواجب توافرها على الفتحة		
							SHGC			SGR				
							ف≤١٠%	١٠<ف≤٢٠%	٢٠<ف≤٣٠%	ف≤١٠%	١٠<ف≤٢٠%	٢٠<ف≤٣٠%	٣٠<ف≤٤٠%	ف>٤٠%
السقف		٠,٧٠	٢,١٥	١,٧٥	١,٥٥	١,٣٥								
الحوائط	ش	٠,٣٨	٠,٣٥	٠,١٥	غ.ط	غ.ط	غ.ط	غ.ط	غ.ط	٠,٧١	غ.ط	غ.ط	غ.ط	١٠ %
		٠,٥٠	٠,٣٩	٠,١١	غ.ط	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٤٧	٠,١٧	غ.ط	غ.ط								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	٠,٥٤	٠,١٤	غ.ط	غ.ط	٠,٧١	٠,٦٥	٠,٥	٠,٤٥	٦٠ %	٨٠ %	٨٠ %	٩٠ %
		٠,٥٠	٠,٦٥	٠,٢٥	غ.ط	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٨٣	٠,٤٣	٠,٢٣	غ.ط								
	ق/غ	٠,٣٨	٠,٧٢	٠,٣٢	٠,١٢	غ.ط	٠,٦٥	٠,٥			١٠ %	٧٠ %		
		٠,٥٠	٠,٨٨	٠,٤٨	٠,٢٨	غ.ط								
		٠,٧٠	١,١٥	٠,٧٥	٠,٥٥	٠,٣٥								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	٠,٩٣	٠,٢٢	٠,٠٢	غ.ط	٠,٦٥	٠,٥			٥٠ %	٦٠ %		
		٠,٥٠	٠,٧٥	٠,٣٥	٠,١٥	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٩٧	٠,٥٧	٠,٣٧	٠,١٧								
	ج	٠,٣٨	٠,٤٧	٠,٠٧	غ.ط	غ.ط	غ.ط	٠,٧١	٠,٦٤	٠,٥٥	غ.ط	٦٠ %	٧٠ %	٩٠ %
		٠,٥٠	٠,٥٥	٠,١٥	غ.ط	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٦٩	٠,٢٩	غ.ط	غ.ط								

* بالنسبة لقيم U-Valuc الخاصة بالفتحات في حالة المبانى غير المكيفة لا ينظر إلى القيمة .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المصممة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

جدول (٣-٣) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى المكيفة بإقليم الساحل الشمالى

يوم تنفيه (١٨,٣س°) =٤٦٩ يوم تبريد (٢٥س°) =١٥٣ HDD 18.3 °C = 469 CDD 25 °C =153

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الإتجاه		امتصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية المطلوبة م٢.س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب			أو	نسبة إقلال الزجاج الواجب توافرها على الفتحة			
				٠,٤	٠,٦	٠,٨	نسبة الفتحات بالواجهات							
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢.س°/وات			SHGC				SGR			
							فـ≤١٠%	١٠<فـ≤٢٠%	٢٠<فـ≤٣٠%	فـ<٣٠%	فـ≤١٠%	١٠<فـ≤٢٠%	٢٠<فـ≤٣٠%	فـ<٣٠%
السقف		٠,٧٠	٢,٥	٢,١	١,٩	١,٧								
الحوائط	ش	٠,٣٨	٠,٥	٠,١٠	غ.ط	غ.ط	غ.ط	غ.ط	غ.ط	٠,٧١	غ.ط	غ.ط	غ.ط	٦٠ %
		٠,٥٠	٠,٥٤	٠,١٤	غ.ط	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٦٢	٠,٢٢	غ.ط	غ.ط								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	٠,٦٩	٠,٢٩	غ.ط	غ.ط	٠,٧١	٠,٦٥	٠,٥	٠,٤٥	٦٠ %	٦٠ %	٨٠ %	٦٠ %
		٠,٥٠	٠,٨٠	٠,٤٠	٠,٢٠	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٩٨	٠,٥٨	٠,٣٨	٠,١٨								
	ق/غ	٠,٣٨	٠,٨٧	٠,٤٧	٠,٢٧	غ.ط	٠,٦٥	٠,٥	٠,٤	٠,٣٥	٦٠ %	٧٠ %	٨٠ %	٩٠ %
		٠,٥٠	١,٠٣	٠,٦٣	٠,٤٣	٠,٢٣								
		٠,٧٠	١,٣٠	٠,٩٠	٠,٧٠	٠,٥٠								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	٠,٧٧	٠,٣٧	٠,١٧	غ.ط	٠,٦٥	٠,٥	٠,٤	٠,٣٥	٥٠ %	٦٠ %	٨٠ %	٩٠ %
		٠,٥٠	٠,٩٠	٠,٥٠	٠,٣٠	غ.ط								
		٠,٧٠	١,١٢	٠,٧٢	٠,٥٢	٠,٣٢								
	ج	٠,٣٨	٠,٦٢	٠,٢٢	٠,٠٢	غ.ط	غ.ط	٠,٧١	٠,٦٤	٠,٥٥	غ.ط	٦٠ %	٧٠ %	٩٠ %
		٠,٥٠	٠,٧٠	٠,٣٠	٠,١٠	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٨٤	٠,٤٤	٠,٢٤	غ.ط								

* بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى المكيفة وفى حالة الفتحات التى تزيد نسبتها عن ٣٠ % من مساحة الواجهات فإن الانتقالية الحرارية يجب أن تؤخذ فى الاعتبار فيما عدا الواجهة الشمالية .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

جدول (٣-٤) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى غير المكيفة بإقليم الدلتا والقاهرة

درجة يوم تنفيه (١٨,٣س°) = ٣٤٤ درجة يوم تبريد (٢٥س°) = ٢٩٦ HDD 18.3 °C =344 CDD 25 °C = 296

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
	الإتجاه	نصف السطح الخارجى	المقاومة الحرارية الكلية م٢س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب			أو	نسبة إظلال الزجاج الواجب توافرها على الفتحة			
				٠,٤	٠,٦	٠,٨	نسبة الفتحات بالواجهات							
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢س°/وات			ف≤١٠%	١٠<ف≤٢٠%	٢٠<ف≤٣٠%	ف>٣٠%	ف≤١٠%	١٠<ف≤٢٠%	٢٠<ف≤٣٠%	ف>٣٠%
				SHGC			SGR							
الحوائط	السقف	٠,٧٠	٢,٧٠	٢,٣٠	٢,١٠	١,٩٠								
	ش	٠,٣٨	٠,٥٥	٠,١٥	غ.ط	غ.ط	غ.ط	غ.ط	٠,٧١	٠,٦٧	غ.ط	غ.ط	٦٠ %	٧٠ %
		٠,٥٠	٠,٥٩	٠,١٩	غ.ط	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٦٧	٠,٢٧	غ.ط	غ.ط								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	٠,٧٤	٠,٣٤	٠,١٤	غ.ط	٠,٦٥	٠,٥	٠,٤٥		٦٠ %	٨٠ %	٩٠ %	
		٠,٥٠	٠,٨٥	٠,٤٥	٠,٢٥	غ.ط								
		٠,٧٠	١,٠٣	٠,٦٣	٠,٤٣	٠,٢٣								
	ق/غ	٠,٣٨	٠,٩٢	٠,٥٢	٠,٣٢	٠,١٢	٠,٥	٠,١			٧٠ %	٨٠ %		
		٠,٥٠	١,٠٨	٠,٦٨	٠,٤٨	٠,٢٨								
		٠,٧٠	١,٣٥	٠,٩٥	٠,٧٥	٠,٥٥								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	٠,٨٢	٠,٤٢	٠,٢٢	غ.ط	٠,٥	٠,٤			٦٠ %	٨٠ %		
		٠,٥٠	٠,٩٥	٠,٥٥	٠,٣٥	٠,١٥								
		٠,٧٠	١,١٧	٠,٧٧	٠,٥٧	٠,٣٧								
	ج	٠,٣٨	٠,٦٧	٠,٢٧	٠,٠٧	غ.ط	٠,٧١	٠,٦٤	٠,٥٥	٠,٥	٦٠ %	٧٠ %	٩٠ %	٩٠ %
		٠,٥٠	٠,٧٥	٠,٣٥	٠,١٥	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٨٩	٠,٤٩	٠,٢٩	غ.ط								

* بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى غير المكيفة لا ينظر إلى القيمة .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

جدول (٣-٥) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى المكيفة بإقليم الدلتا والقاهرة

درجة يوم تدفئه (١٨,٣مس°) = ٣٤٤ درجة يوم تبريد (٢٥مس°) = ٢٩٦ HDD 18.3 °C =344 CDD 25 °C = 296

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الإتجاه		استصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية المطلوبة م²مس°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب			أو	نسبة إظلال الزجاج الواجب توافرها على الفتحة			
				٠,٤	٠,٦	٠,٨	نسبة الفتحات بالواجهات							
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م²مس°/وات			ف.ح <١٠%	١٠ف.ح<٢٠%	٢٠ف.ح<٣٠%	ف.ح >٣٠%	ف.ح <١٠%	١٠ف.ح<٢٠%	٢٠ف.ح<٣٠%	ف.ح >٣٠%
							SHGC				SGR			
السقف		٠,٧٠	٠,٧	٢,٧	٢,٣	٢,١								
الحوائط	ش	٠,٣٨	٠,٧٠	٠,٣٠	غ.ط	غ.ط	غ.ط	غ.ط	٠,٧١	٠,٦٧	غ.ط	غ.ط	٦٠ %	٧٠ %
		٠,٥٠	٠,٧٤	٠,٣٤	٠,١٤	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٨٢	٠,٤٢	٠,٢٢	غ.ط								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	٠,٨٩	٠,٤٩	٠,٢٩	غ.ط	٠,٦٥	٠,٥	٠,٤٥	٠,٣٥	٦٠ %	٨٠ %	٩٠ %	٩٠ %
		٠,٥٠	١,٠٠	٠,٦٠	٠,٤٠	٠,٢٠								
		٠,٧٠	١,١٨	٠,٧٨	٠,٥٨	٠,٣٨								
	ق/غ	٠,٣٨	١,٠٧	٠,٦٧	٠,٤٧	٠,٢٧	٠,٥	٠,٤	٠,٣٥	٠,٢٧	٧٠ %	٨٠ %	٩٠ %	٩٠ %
		٠,٥٠	١,٢٣	٠,٨٣	٠,٦٣	٠,٤٣								
		٠,٧٠	١,٥٠	١,١٠	٠,٩٠	٠,٧٠								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	٠,٩٧	٠,٥٧	٠,٣٧	٠,١٧	٠,٥	٠,٤	٠,٣٥	٠,٢٧	٦٠ %	٨٠ %	٩٠ %	٩٠ %
		٠,٥٠	١,١٠	٠,٧٠	٠,٥٠	٠,٣٠								
		٠,٧٠	١,٣٢	٠,٩٢	٠,٧٢	٠,٥٢								
	ج	٠,٣٨	٠,٨٢	٠,٤٢	٠,٢٢	٠,٠٢	٠,٧١	٠,٦٤	٠,٥٥	٠,٥	٦٠ %	٧٠ %	٩٠ %	٩٠ %
		٠,٥٠	٠,٩٠	٠,٥٠	٠,٣٠	غ.ط								
		٠,٧٠	١,٠٤	٠,٦٤	٠,٤٤	٠,٢٤								

* بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى المكيفة وفى حالة الفتحات التى تزيد نسبتها عن ٣٠ % من مساحة الواجهات فإن الانتقالية الحرارية يجب أن تؤخذ فى الاعتبار فيما عدا الواجهة الشمالية .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

جدول (٣-٦) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى غير المكيفة بإقليم شمال الصعيد

يوم تدفئه (١٨,٣س°) = ٥٣٩ يوم تبريد (٢٥س°) = 392 HDD 18.3 °C = 539 CDD 25 °C = 392

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
	الإتجاه	امتصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية الطبوية م٢.س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب				أو نسبة الفتحات بالواجهات		نسبة إظلال الزجاج الواجب توافرها على الفتحة	
				٠,٤	٠,٦	٠,٨	نسبة الفتحات بالواجهات							
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعزل الحرارى م٢.س°/وات			SHGC				SGR			
							ف<١٠%	١٠<ف<٢٠%	٢٠<ف<٣٠%	ف>٣٠%	ف<١٠%	١٠<ف<٢٠%	٢٠<ف<٤٠%	ف>٤٠%
	السقف	٠,٧٠	٢,٨	٢,٤	٢,٢	٢,٠٠								
الحوائط	ش	٠,٣٨	٠,٦٩	٠,٣	غ.ط	غ.ط	غ ط	غ ط	غ ط	٠,٥	غ ط	٣٠ %	٧٠%	٨٠ %
		٠,٥٠	٠,٧	٠,٣	غ.ط	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٨	٠,٤	٠,٢	غ.ط								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	٠,٨	٠,٤	٠,٢	غ.ط	غ ط	غ ط			غ ط	٦٠ %		
		٠,٥٠	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ.ط								
		٠,٧٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
	ق/غ	٠,٣٨	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ.ط	غ ط	٠,٧			٢٠ %	٦٠ %		
		٠,٥٠	١	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
		٠,٧٠	١,٣	٠,٨	٠,٦	٠,٤								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	٠,٨	٠,٤	٠,٢	غ.ط	غ ط	غ ط	غ ط		غ ط	غ ط	٤٠ %	
		٠,٥٠	٠,٨	٠,٤	٠,٢	غ.ط								
		٠,٧٠	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
	ج	٠,٣٨	٠,٧	٠,٣	غ.ط	غ.ط	غ ط	غ ط	غ ط		غ ط	٥٠ %	٧٠ %	
		٠,٥٠	٠,٧	٠,٤	غ.ط	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٨	٠,٤	٠,٢	غ.ط								

* بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى غير المكيفة لا ينظر إلى القيمة .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

جدول (٣-٧) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى المكيفة بإقليم شمال الصعيد

يوم تدفئه (١٨,٣س°) = ٥٣٩ — يوم تبريد (٢٥س°) = 392 — HDD 18.3 °C = 539 — CDD 25 °C = 392

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
	الإتجاه	استصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية المطلوبة م٢س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب			أو	نسبة إظلال الزجاج الواجب توافرها على الفتحة			
				٠,٤	٠,٦	٠,٨	نسبة الفتحات بالواجهات							
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢س°/وات			فتحة ≤١٠%	١٠<فتحة≤٢٠%	٢٠<فتحة≤٣٠%	فتحة ≤٣٠%	فتحة ≤١٠%	١٠<فتحة≤٢٠%	٢٠<فتحة≤٣٠%	فتحة ≤٣٠%
							SHGC				SGR			
	السقف	٠,٧٠	٢,٨	٢,٤	٢,٢	٢,٠٠								
الحوائط	ش	٠,٣٨	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ.ط	غ ط	غ ط	٠,٤	٠,٢	غ ط	٠,٤	٠,٦	٠,٣
		٠,٥٠	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ.ط								
		٠,٧٠	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢	غ ط	غ ط	٠,٥	٠,٤	غ ط	٠,٧	٠,٨	٠,٨
		٠,٥٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
		٠,٧٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
	ق/غ	٠,٣٨	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣	غ ط	٠,٦	٠,٦	٠,٥	٠,٣	٠,٦	٠,٨	٠,٩
		٠,٥٠	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤								
		٠,٧٠	١,٤	١,٠٠	٠,٨	٠,٦								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢	غ ط	٠,٦	٠,٦	٠,٥	صفر	٠,٤	٠,٨	٠,٩
		٠,٥٠	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
		٠,٧٠	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤								
	ج	٠,٣٨	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ.ط	غ ط	٠,٣	٠,٨	٠,٩	غ ط	غ ط	غ ط	غ ط
		٠,٥٠	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ.ط								
		٠,٧٠	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢								

* بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى المكيفة وفى حالة الفتحات التى تزيد نسبتها عن ٣٠ % من مساحة الواجهات فإن الانتقالية الحرارية يجب أن تؤخذ فى الاعتبار فيما عدا الواجهة الشمالية .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

جدول (٣-٨) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى غير المكيفة بإقليم جنوب الصعيد

يوم تكثيف (١٨,٣س°) = ٥٩٥ يوم تبريد (٢٥س°) = ٥٥١ HDD 18.3 °C = 595 CDD 25 °C = 551

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
	الإتجاه	امتصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية المطلوبة م٢س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب			نسبة الفتحات بالواجهات			نسبة إظلال الزجاج الواجب توافرها على الفتحة	
				٠,٤	٠,٦	٠,٨	نسبة الفتحات بالواجهات			أو				
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢س°/وات			SHGC				SGR			
							فـ>١٠%	١٠>فـ>٢٠%	٢٠>فـ>٣٠%	فـ<٣٠%	فـ>١٠%	١٠>فـ>٢٠%	٢٠>فـ>٣٠%	فـ<٣٠%
	السقف	٠,٧٠	٢,١٥	١,٧٥	١,٥٥	١,٣٥								
الحوائط	ش	٠,٣٨	٠,٨	٠,٤	٠,٣	غ.ط	غ ط	غ ط	٠,٧	٠,٦	غ ط	٢٠ %	٥٠ %	٩٠ %
		٠,٥٠	٠,٨	٠,٤	٠,٣	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ.ط								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ.ط	غ ط	٠,٧			غ ط	٤٠ %		
		٠,٥٠	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
		٠,٧٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
	ق/غ	٠,٣٨	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢	غ ط	٠,٥			غ ط	٥٠ %		
		٠,٥٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٢								
		٠,٧٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ.ط	غ ط	٠,٦			غ ط	٤٠ %		
		٠,٥٠	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
		٠,٧٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
	ج	٠,٣٨	٠,٧	٠,٣	غ.ط	غ.ط	غ ط	غ ط	٠,٧		غ ط	غ ط	٥٠ %	
		٠,٥٠	٠,٨	٠,٤	٠,٢	غ.ط								
		٠,٧٠	٠,٨	٠,٤	٠,٢	غ.ط								

* بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات فى حالة المبانى غير المكيفة لا ينظر إلى القيمة .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

انظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

جدول (٣-٩) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى المكيفة بإقليم جنوب الصعيد

يوم تكفئه (١٨,٣س°) = ٥٩٥ — يوم تبريد (٢٥س°) = ٥٥١ — HDD 18.3 °C = 595 — CDD 25 °C = 551

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الإتجاه		امتصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية المطلوبة م٢.س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب			لو		نسبة إظلال الزجاج الواجب توافرها على الفتحة		
				٠,٤	٠,٦	٠,٨	نسبة الفتحات بالواجهات							
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢.س°/وات			SHGC				SGR			
							ف>١٠%	١٠>ف>٢٠%	٢٠>ف>٣٠%	ف<٣٠%	ف>١٠%	٢٠>ف>١٠%	٣٠>ف>٢٠%	ف<٣٠%
السقف		٠,٧٠	٣,٠٠	٢,٦	٢,٤	٢,٢								
الحوائط	ش	٠,٣٨	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢	غ ط	غ ط	٠,٤	٠,٢	غ ط	٠,٤	٠,٦	٠,٣
		٠,٥٠	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
		٠,٧٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣	غ ط	غ ط	٠,٥	٠,٤	غ ط	٠,٧	٠,٨	٠,٨
		٠,٥٠	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤								
		٠,٧٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
	ق/غ	٠,٣٨	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤	غ ط	٠,١	٠,٦	٠,٥	٠,٣	٠,٦	٠,٨	٠,٩
		٠,٥٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
		٠,٧٠	١,٥	١,١	٠,٩	٠,٧								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣	غ ط	٠,١	٠,٦	٠,٥	صفر	٠,٤	٠,٨	٠,٩
		٠,٥٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
		٠,٧٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
	ج	٠,٣٨	٠,٩	٠,٥	٠,٣	٠,٢	غ ط	٠,٣	٠,٨	٠,٩	غ ط	غ ط	غ ط	غ ط
		٠,٥٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
		٠,٧٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								

* بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى المكيفة وفى حالة الفتحات التى تزيد نسبتها عن ٣٠ % من مساحة الواجهات فإن الانتقالية الحرارية يجب أن تؤخذ فى الاعتبار فيما عدا الواجهة الشمالية .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

جدول (٣-١٠) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى غير المكيفة بإقليم الساحل الشرقى

يوم تدفئه (١٨,٣س°) = ١٤٢ يوم تبريد (٢٥س°) = ٦٣٥ HDD 18.3 °C =142 CDD 25 °C = 635

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الإتجاه		استصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية المطلوبة م٢س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب			أو	نسبة إظلال الزجاج الواجب توافرها على الفتحة			
				٠,٤	٠,٦	٠,٨	نسبة الفتحات بالواجهات							
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢س°/وات			ف<١٠%	١٠<ف<٢٠%	٢٠<ف<٣٠%	ف>٣٠%	ف<١٠%	١٠<ف<٢٠%	٢٠<ف<٣٠%	ف>٣٠%
							SHGC				SGR			
السقف		٠,٧٠	٢,٢	١,٨	١,٦	١,٤								
الحوائط	ش	٠,٣٨	٠,٩	٠,٢	غ ط	غ ط	غ ط	غ ط	غ ط	٠,٤	غ ط	٣٠ %	٤٠ %	٥٠ %
		٠,٥٠	٠,٧٤	٠,٣٤	٠,١٤	غ ط								
		٠,٧٠	٠,٨	٠,٤	٠,٢	غ ط								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ ط	غ ط	٠,٧	٠,٤		١٠ %	٦٠ %	٨٠ %	
		٠,٥٠	١	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
		٠,٧٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
	ق/غ	٠,٣٨	١	٠,٦	٠,٤	٠,٢	غ ط	٠,٦			٢٠ %	٦٠ %		
		٠,٥٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
		٠,٧٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ ط	غ ط	٠,٧			غ ط	٥٠ %		
		٠,٥٠	١	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
		٠,٧٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
	ج	٠,٣٨	٠,٨	٠,٤	٠,٢	غ ط	غ ط	غ ط	٠,٥	٠,٦	غ ط	غ ط	٦٠ %	٧٠ %
		٠,٥٠	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ ط								
		٠,٧٠	١	٠,٦	٠,٢	غ ط								

• بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى غير المكيفة لا ينظر إلى القيمة .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

جدول (٣-١١) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى المكيفة بإقليم الساحل الشرقى

يوم تدفئه (١٨,٣س°) = ١٤٢ يوم تبريد (٢٥س°) = ٦٣٥ HDD 18.3 °C =142 CDD 25 °C = 635

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الإتجاه		امتصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية المطلوبة م٢.س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢.س°/وات			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب			أو نسبة الفتحات بالواجهات		نسبة إقلال الزجاج الواجب توافرها على الفتحة		
				٠,٤	٠,٦	٠,٨	فى ١٠%	١١ فى ٢٠%	٢١ فى ٣٠%	٣١ فى ٤٠%	فى ١٠%	١١ فى ٢٠%	٢١ فى ٣٠%	٣١ فى ٤٠%
							SHGC				SGR			
السقف		٠,٧٠	٢,٥	٣,١	١,٩	١,٧								
الحوائط	ش	٠,٣٨	٠,٨	٠,٤	٠,٢	غ ط	غ ط	غ ط	٠,٥	٠,٤/ ٤,٢	غ ط	غ ط	٣٠ %	٥٠ %
		٠,٥٠	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ ط								
		٠,٧٠	١	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	١	٠,٦	٠,٤	٠,٢	غ ط	٠,٦	٠,٤	٠,٣/ ٠,٤	١٠ %	٥٠ %	٧٠ %	٧٠ %
		٠,٥٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
		٠,٧٠	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤								
	ق/غ	٠,٣٨	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣	غ ط	٠,٥	٠,٤/ ٤,٢	٠,٣/ ٤,٢	٣٥ %	٤٠ %	٦٥ %	٧٠ %
		٠,٥٠	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤								
		٠,٧٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ ط	غ ط	غ ط	٠,٥/ ٤,٢	٠,٦/ ٤,٢	٢٠ %	٧٥ %	٧٠ %	٨٠ %
		٠,٥٠	١	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
		٠,٧٠	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤								
	ج	٠,٣٨	٠,٨	٠,٤	٠,٢	غ ط	غ ط	غ ط	غ ط	غ ط/ ٤,٢	غ ط	٣٠ %	٨٠ %	٨٠ %
		٠,٥٠	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ ط								
		٠,٧٠	١,١	٠,٦	٠,٤	غ ط								

* بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى المكيفة وفى حالة الفتحات التى تزيد نسبتها عن ٣٠ % من مساحة الواجهات فإن الانتقالية الحرارية يجب أن تؤخذ فى الاعتبار فيما عدا الواجهة الشمالية .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

جدول (٣-١٢) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى غير المكيفة بإقليم الهضاب المرتفعة

يوم تدفئة (١٨,٣س°) = ٨٣٠ يوم تبريد (٢٥س°) = ١٠٠ CDD 25 °C = 100 HDD 18.3 °C = 830

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الإتجاه		استصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية الكلية م٢.س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية ٠,٤	٠,٦	٠,٨	معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب			أو	نسبة إظلال الزجاج الواجب توافرها على الفتحة			
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢.س°/وات			نسبة الفتحات بالواجهات							
							ف≤١٠%	١٠<ف≤٢٠%	٢٠<ف≤٣٠%	ف≤٣٠%	١٠<ف≤٢٠%	٢٠<ف≤٣٠%	٣٠<ف≤٤٠%	ف>٤٠%
							SHGC				SGR			
السقف		٠,٧٠	٣,٠٠	٢,٦	٢,٤	٢,٢								
الحوائط	ش	٠,٣٨	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨	غ ط	غ ط	غ ط/ ٤,٢	غ ط/ ٤,٢	غ ط	غ ط	غ ط	غ ط
		٠,٥٠	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨								
		٠,٧٠	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨	غ ط	غ ط			غ ط	غ ط		
		٠,٥٠	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨								
		٠,٧٠	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨								
	ق/غ	٠,٣٨	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨	غ ط	غ ط			غ ط	غ ط		
		٠,٥٠	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨								
		٠,٧٠	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨	غ ط	غ ط			غ ط	غ ط		
		٠,٥٠	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨								
		٠,٧٠	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨								
	ج	٠,٣٨	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨	غ ط	غ ط	غ ط / ٤,٢		غ ط	غ ط	غ ط	
		٠,٥٠	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨								
		٠,٧٠	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨								

* بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات فى حالة المبانى غير المكيفة لا ينظر إلى القيمة .

أنظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

أنظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

- التصميم لفصل الشتاء "تدفئه"
- عزل الأرضيات والأساسات حرارياً ضرورة حتمية للشعور بالراحة الحرارية .

جدول (٣-١٣) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى المكيفة بإقليم الهضاب المرتفعة

يوم تدفئه (١٨,٣س°) = ٨٣٠ يوم تبريد (٢٥س°) = ١٠٠ HDD 18.3 °C = 830 CDD 25 °C = 100

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
	الإتجاه	الموصلية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية المطلوبة م٢.س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب				نسبة الفتحات بالواجهات		أو نسبة إظلال زجاج الواجب توفرها على الفتحة	
				٠,٤	٠,٦	٠,٨								
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢.س°/وات			SHGC				SGR			
							ف≤١٠%	١٠<ف≤٢٠%	٢٠<ف≤٣٠%	ف>٣٠%	ف≤١٠%	١٠<ف≤٢٠%	٢٠<ف≤٣٠%	ف>٣٠%
	السقف	٠,٧٠	٣,٠٠	٠,٦	٢,٤	٢,٢								
الحوائط	ش	٠,٣٨	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠	غ ط / ٤,٢	غ ط / ٤,٢	غ ط / ٤,٢	غ ط / ٤,٢	غ ط	٢٠ %	٣٠ %	٦٠ %
		٠,٥٠	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠								
		٠,٧٠	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠	غ ط / ٤,٢	غ ط / ٤,٢	غ ط / ٤,٢	غ ط / ٤,٢	غ ط	٣٠ %	٥٠ %	٧٠ %
		٠,٥٠	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠								
		٠,٧٠	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠								
	ق/غ	٠,٣٨	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠	غ ط / ٤,٢	/٠,٧ ٤,٢	/٠,٥ ٤,٣	/٠,٤ ٤,٢	غ ط	٥٠ %	٧٠ %	٨٠ %
		٠,٥٠	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠								
		٠,٧٠	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠	غ ط / ٤,٢	/٠,٧ ٤,٢	/٠,٤ ٤,٣	/٠,٥ ٤,٢	غ ط	٣٠ %	٧٠ %	٨٠ %
		٠,٥٠	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠								
		٠,٧٠	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠								
	ج	٠,٣٨	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠	غ ط / ٤,٢	غ ط / ٤,٢	غ ط / ٤,٢	غ ط/ ٤,٢	غ ط	غ ط	٥٠ %	٧٠ %
		٠,٥٠	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠								
		٠,٧٠	١,٨	١,٤	١,٢	١,٠٠								

• بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى المكيفة وفى حالة الفتحات التى تزيد نسبتها عن ٣٠ % من مساحة الواجهات فإن الانتقالية الحرارية يجب أن تؤخذ فى الاعتبار فيما عدا الواجهة الشمالية .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

- عزل الأرضيات والأساسات حرارياً ضرورة حتمية للحافظ على الطاقة .

جدول (٣-١٤) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى غير المكيفة بالإقليم الصحراوى

يوم تدفئه (١٨,٣س°) = ٢٦١ يوم تبريد (٢٥س°) = ١٣٢٨ HDD 18.3 °C = 261 CDD 25 °C = 1328

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الإتجاه		امتصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية المطلوبة م٢س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب				نسبة إظلال الزجاج الواجب توفرها على الفتحة			
				٠,٤	٠,٦	٠,٨	نسبة الفتحات بالواجهات							
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢س°/وات			ف<١٠%	١٠<ف<٢٠%	٢٠<ف<٣٠%	ف>٣٠%	ف<١٠%	١٠<ف<٢٠%	٢٠<ف<٣٠%	ف>٣٠%
							SHGC				SGR			
السقف		٠,٧٠	٣,٠٠	٢,٦	٢,٤	٢,٢								
الحوائط	ش	٠,٣٨	٠,٨	٠,٤	٠,٣	غ ط	غ ط	غ ط	٠,٧		غ ط	٣٠ %	٤٠ %	
		٠,٥٠	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ ط								
		٠,٧٠	١	٠,٦	٠,٤	٠,٣								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ ط	غ ط	٠,٧			غ ط	٣٠ %		
		٠,٥٠	١	٠,٦	٠,٤	٠,٣								
		٠,٧٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
	ق/غ	٠,٣٨	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣	غ ط	٠,٥			٣٠ %	٧٠ %		
		٠,٥٠	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤								
		٠,٧٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	٠,٩	٠,٤	٠,٢	غ ط	غ ط	٠,٦			غ ط	٥٠ %		
		٠,٥٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
		٠,٧٠	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤								
	ج	٠,٣٨	٠,٨	٠,٤	٠,٢	غ ط	غ ط	غ ط			غ ط	غ ط		
		٠,٥٠	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ ط								
		٠,٧٠	١	٠,٦	٠,٤	٠,٢								

• بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى غير المكيفة لا ينظر إلى القيمة .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمدة مع متطلبات الكود- انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨) ، تم تحديد هذه القيم لخط عرض ٢٢° شمالاً وتخفض قيمة المقاومة الحرارية بمقدار ٣ % لكل خط عرض كلما اتجهنا شمالاً فى هذا الإقليم

جدول (٣-١٥) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى المكيفة بالإقليم الصحراوى

يوم تدفئه (١٨,٣س°) = ٢٦١ يوم تبريد (٢٥س°) = ١٣٢٨ HDD 18.3 °C = 261 CDD 25 °C = 1328

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
	الإتجاه	امتصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية المطلوبة م٢.س°/وات	المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢.س°/وات		المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية	معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب			نسبة الفتحات بالواجهات			لو نسبة إظلال الزجاج الواجب توافرها على الفتحة	
				٠,٤	٠,٦	٠,٨	ف<١٠%	١٠<ف<٢٠%	٢٠<ف<٣٠%	ف>٣٠%	ف<١٠%	١٠<ف<٢٠%	٢٠<ف<٣٠%	ف>٣٠%
السقف		٠,٢٠	٣,٠٠	٢,٦	٢,٤	٢,٢								
الحوائط	ش	٠,٣٨	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣	غ ط	غ ط	٠,٦	٠,٥	غ ط	٠,٤	% ٦٠	% ٨٠
		٠,٥٠	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤								
		٠,٧٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥	غ ط	٠,٦	/٠,٤ ٤,٢	/٠,٢ ٤,٢	% ١٠	% ٦٠	% ٨٠	% ٨٠
		٠,٥٠	١,٤	١	٠,٨	٠,٦								
		٠,٧٠	١,٥	١,١	٠,٩	٠,٧								
	ق/غ	٠,٣٨	١,٤	١	٠,٨	٠,٥	غ ط	/٠,٨ ٤,٢	/٠,٧ ٤,٣		% ٢٠	% ٦٠	% ٨٠	
		٠,٥٠	١,٥	١,١	٠,٩	٠,٧								
		٠,٧٠	١,٦	١,٢	١	٠,٨								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	١,٤	١	٠,٨	٠,٦	غ ط	٠,٨	٠,٦	/٠,٥ ٤,٢	غ ط	% ٥٠	% ٧٠	% ٨٠
		٠,٥٠	١,٥	١,١	٠,٩	٠,٧								
		٠,٧٠	١,٦	١,٢	١	٠,٨								
	ج	٠,٣٨	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣	غ ط	غ ط	غ ط	/٠,٧ ٤,٢	غ ط	غ ط	% ٤٠	% ٥٠
		٠,٥٠	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤								
		٠,٧٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								

SHGC SGR

* بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى المكيفة وفى حالة الفتحات التى تزيد نسبتها عن ٣٠ % من مساحة الواجهات فإن الانتقالية الحرارية يجب أن تؤخذ فى الاعتبار فيما عدا الواجهة الشمالية .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود - انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨) ، تم تحديد هذه القيم لخط عرض ٢٢° شمالاً وتخفض قيمة المقاومة الحرارية بمقدار ٣% لكل خط عرض كلما اتجهنا شمالاً فى هذا الإقليم

جدول (٣-١٦) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى غير المكيفة بإقليم جنوب مصر

يوم تدفئه (١٨,٣س°) =١٢٧ يوم تبريد (٢٥س°) =١٢٨٧ HDD 18.3 °C =127 CDD 25 °C =1278

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الإتجاه		امتصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية الكلية م٢.س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب			أو	نسبة الفتحات بالواجهات			نسبة إظلال الزجاج الواجب توفرها على الفتحة
				٠,٤	٠,٦	٠,٨								
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢.س°/وات										
							ف<١٠%	١٠<ف<٢٠%	٢٠<ف<٣٠%	ف<٣٠%	ف<١٠%	١٠<ف<٢٠%	٢٠<ف<٣٠%	ف<٣٠%
							SHGC				SGR			
السقف		٠,٧٠	٣,٠٠	٢,٦	٢,٤	٢,٢								
الحوائط	ش	٠,٣٨	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢	غ ط	غ ط	٠,٦	٠,٥	غ ط	٢٠ %	٥٠ %	٨٠ %
		٠,٥٠	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
		٠,٧٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣	غ ط	غ ط			غ ط	٣٠ %		
		٠,٥٠	١,١	٠,٧	٠,٥	٠,٣								
		٠,٧٠	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤								
	ق/غ	٠,٣٨	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤	غ ط	٠,٦			١٠ %	٥٠ %		
		٠,٥٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
		٠,٧٠	١,٥	١,١	٠,٩	٠,٧								
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤	غ ط	غ ط			غ ط	٥٠ %		
		٠,٥٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
		٠,٧٠	١,٤	١,٠٠	٠,٨	٠,٦								
	ج	٠,٣٨	٠,٩	٠,٥	٠,٣	غ ط	غ ط	غ ط	غ ط		غ ط	غ ط	٥٠ %	
		٠,٥٠	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢								
		٠,٧٠	١,٠٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢								

• بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى غير المكيفة لا ينظر إلى القيمة .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

جدول (٣-١٧) متطلبات الغلاف الخارجى للمبانى المكيفة بإقليم جنوب مصر

يوم تدفئه (١٨,٣س°) =١٢٧ يوم تبريد (٢٥س°) =١٢٨٧ HDD 18.3 °C =127 CDD 25 °C =1278

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
الإتجاه		اقصاصية السطح الخارجى	المقاومة الحرارية المطلوبة م٢.س°/وات	المقاومة الحرارية للعناصر الإنشائية			معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المطلوب				نسبة الفتحات بالواجهات		نسبة إظلال الزجاج الواجب توفرها على الفتحة	
				٠,٤	٠,٦	٠,٨	SHGC				SGR			
				المقاومة الحرارية المطلوبة للعازل الحرارى م٢.س°/وات			فأقل ١٠%	١٠+ لأقل ٢٠%	٢٠+ لأقل ٣٠%	فأكثر ٣٠%	فأقل ١٠%	١٠+ لأقل ٢٠%	٢٠+ لأقل ٣٠%	فأكثر ٣٠%
السقف		٠,٧٠	٣,٠٠	٢,٦	٢,٤	٢,٢								
الحوائط	ش	٠,٣٨	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥	غ ط	غ ط	غ ط		غ ط	٠,٢	٠,٣	
		٠,٥٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
		٠,٧٠	١,٤	١,٠٠	٠,٨	٠,٦								
	ش.ق /ش.غ	٠,٣٨	١,٤	١,٠٠	٠,٨	٠,٦	غ ط	٠,٦	٠,٤		غ ط	٠,١	٠,٥	
		٠,٥٠	١,٤	١,٠٠	٠,٨	٠,٦								
		٠,٧٠	١,٥	١,١	٠,٩	٠,٧								
	ق/غ	٠,٣٨	١,٥	١,١	٠,٩	٠,٧	غ ط	٠,٦/ ٤,٢			٠,١	٠,٤		
		٠,٥٠	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨								
		٠,٧٠	١,٨	١,٤										
	ج.ق /ج.غ	٠,٣٨	١,٥	١,١	٠,٩	٠,٧	غ ط	٠,٦			غ ط	٠,٥		
		٠,٥٠	١,٦	١,٢	١,٠٠	٠,٨								
		٠,٧٠	١,٧	١,٣	١,١	٠,٩								
	ج	٠,٣٨	١,٢	٠,٨	٠,٦	٠,٤	غ ط	غ ط	٠,٦		غ ط	غ ط	٠,٢	
		٠,٥٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								
		٠,٧٠	١,٣	٠,٩	٠,٧	٠,٥								

• بالنسبة لقيم U-Value الخاصة بالفتحات في حالة المبانى المكيفة وفى حالة الفتحات التى تزيد نسبتها عن ٣٠ % من مساحة الواجهات فإن الانتقالية الحرارية يجب أن تؤخذ فى الاعتبار فيما عدا الواجهة الشمالية .

انظر ملحق (أ-٢) خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

انظر ملحق (أ-٣) خطوات التحقق من توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أنظر الملاحظات العامة فى جدول (٣-١٨)

جدول (٣-١٨) الملاحظات العامة

المقاومة الحرارية لمواد البناء موضحة بملحق (ب)

(أ) المقاومة الحرارية المكافئه (R) للسقف
- المقاومة الحرارية = ٠,٣ تكافئ ١٢سم خرسانة ، ٦سم رمل ، ٢سم مونة ، ٢سم بلاط
- المقاومة الحرارية = ٠,٤ تكافئ ١٢سم خرسانة مسلحة ، ٨سم خرسانة ميول ، ٦سم رمل ، ٢سم مونة ، ٢سم بلاط
- المقاومة الحرارية = ٠,٦ تكافئ ٢٠سم بلوك خرسانى مفرغ ، ٨سم خرسانة ميول ، ٦سم رمل ، ٢سم مونة ، ٢سم بلاط

(ب) بالنسبة للحوائط
- المقاومة الحرارية = ٠,٦ تكافئ ٢٥ سم من الطوب الطفلى ، ٢ سم بياض اسمنتى من الجانبين
- المقاومة الحرارية = ٠,٨ تكافئ ٣٨ سم من الطوب الطفلى ، ٢ سم بياض اسمنتى من الجانبين

(ج) المقاومة الحرارية للمواد العازلة للحرارة بدون مقاومة السطح الخارجى والداخلى (R_{si}, R_{so})
- المقاومة الحرارية ٠,٥٩ تكافئ ٢ سم بولسيترين ممدد عازل للحرارة
- المقاومة الحرارية ١,٧٥ تكافئ ٦ سم بولسيترين ممدد عازل للحرارة
- المقاومة الحرارية ٢,٣٥ تكافئ ٨ سم بولسيترين ممدد عازل للحرارة

- في حالة وضع المادة العازلة للحرارة من الداخل في الحوائط فإن قيمة المقاومة الحرارية تنقص بمقدار ٣٠ %
- المقاومة الحرارية لفراغ الحائط المزدوج بسمك ١٠٠ مم غير مهواه تصل إلى حوالى ٠,١٦ م^2.س$^\circ$/وات

المقاومة الحرارية للسطح الخارجى = ٠,٠٤ م^2.س$^\circ$/وات

المقاومة الحرارية للسطح الداخلى = ٠,١٢٣ م^2.س$^\circ$/وات

يجب أن تحقق الفتحات أحد المتطلبات التالية

(أ) معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للزجاج SHGC الموضحة بالجدول في العمود من (٨ – ١١) أو

(ب) أقل نسبة إظلال الزجاج SGR موضحة بالجدول في العمود من (١٢ – ١٥) أو

(جـ) معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للزجاج SHGC الموضحة بالجدول في العمود (من ٨ – ١١)معدلة بقيمة SGR معدلة المنصوص عليها بجدول ٣-٥

- في حالة إستخدام الشيش الخارجى تعفى الفتحة من متطلبات الشفافية وأيضاً نسبة الإظلال

- إذا كانت نسبة الفتحات في الواجهة تزيد عن ٣٠ % فإن نسبة الإظلال يجب ألا تقل عن ٠,٩ من مساحة الفتحة
- بالنسبة للفتحات المعرضة يجب أن تفى بمتطلبات معامل الاكتساب الحرارى للزجاج SHGC كحد أدنى.

إظلال الفتحات يجب أن يف بمتطلبات الكود يوم ٢١ سبتمبر إذا لم يفى الزجاج بمتطلبات معامل الاكتساب الحرارى SHGC

وبالنسبة لحساب قيمة SHGC للفتحة يجب أن يشتمل على حساب الزجاج والإطار الخارجى

٠,٢٧ = زجاج عاكس مفرد

٠,٧٥ = زجاج مفرد شفاف

SGR = نسبة المساحة المظللة من الزجاج إبتداء من الساعة ٩ صباحاً حتى الساعة ٥ مساء يوم ٢١ سبتمبر

التظليل يعنى عدم السماح بفتح نوافذ

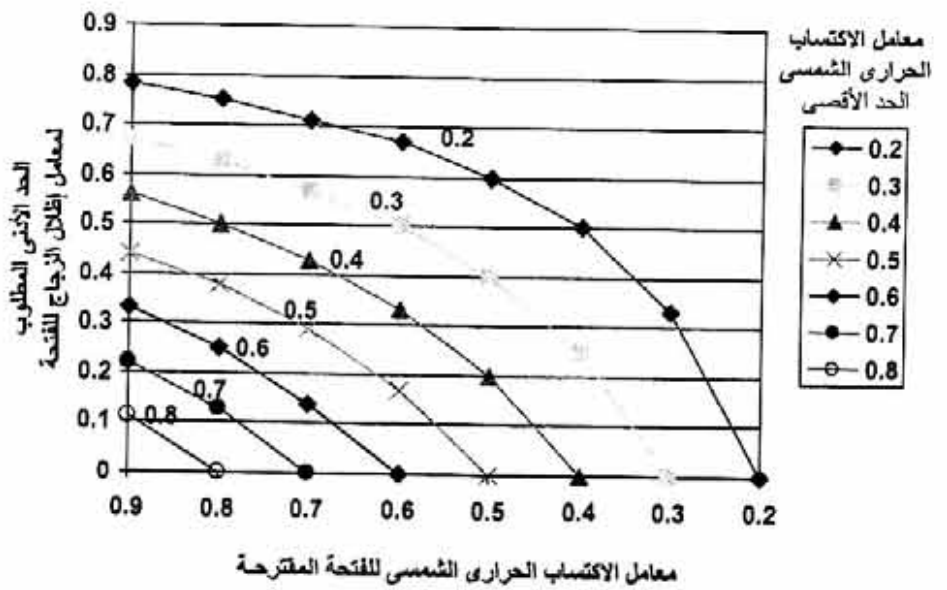
ف : الفتحة

غ.ط : غير مطلوب

جدول (٣-١٩) : الحد الأدنى المطلوب لنسبة المساحة المظللة من الزجاج لزيادة الحد الأقصى المسموح به لمعامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة

الحد الأدنى المطلوب
لنسبة المساحة المظللة من الزجاج
لزيادة الحد الأقصى المسموح به لمعامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة

معامل إظلال الزجاج للفتحة								معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (الحد الأقصى المسموح به)
معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة المقترحة (المحسوبة)								
0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	
0.00	0.33	0.50	0.60	0.67	0.71	0.75	0.78	0.2
	0.00	0.25	0.40	0.50	0.57	0.63	0.67	0.3
		0.00	0.20	0.33	0.43	0.50	0.56	0.4
			0.00	0.17	0.29	0.38	0.44	0.5
				0.00	0.14	0.25	0.33	0.6
					0.00	0.13	0.22	0.7
						0.00	0.11	0.8



شكل رقم (٣-٥) الحد الأدنى المطلوب لنسبة المساحة المظللة من الزجاج

٣-٦ متطلبات مسار التبادل المتكافئ

لا ينطبق هذا البند إلا على المبانى المكيفة فقط . ويجب ألا تزيد قيمة الناقلية الحرارية الكلية لحوائط المبانى المكيفة (OTTV) عن القيمة الموضحة بالجدول (٣-٢٠).

جدول (٣-٢٠) قيمة OTTV المسموح بها فى الأقاليم المناخية المختلفة

الاقليم	OTTV (وات/م^2)
اقليم الساحل الشمالي	٤٠
اقليم الدلتا والقاهرة	٤٥
اقليم شمال الصعيد	٥٠
اقليم جنوب الصعيد	٥٠
اقليم الساحل الشرقي	٥٠
اقليم الهضاب المرتفعة	-
الاقليم الصحراوى	٥٥
اقليم جنوب مصر	٥٥

وبالنسبة للأسقف المعرضة ، يجب ألا تزيد قيمة الناقلية الحرارية الكلية لأسقف المبانى شاملة فتحات الإضاءة العلوية عن ٢٥ وات/م^2 فى الاقاليم المناخية المختلفة فيما عدا اقليم الساحل الشمالى فإن القيمة لا تزيد عن ٢٠ وات/م^2 ، ويمكن الرجوع إلى ملحق (د) وذلك لحساب قيمة الناقليه الحرارية الكلية.

٣-٧ الحد الأقصى لتسرب الهواء بالمبنى

٣-٧-١ الهواء المتسرب من الشبابيك والأبواب

يجب ألا يزيد معدل تسرب الهواء نتيجة عدم إحكام الفتحات بالغلاف الخارجى للمبانى المكيفة عن التالى:

- ١,٧ لتر/ث.م^2 من مساحة الفتحة بالنسبة للشبابيك والأبواب المفصلية.
- ١,٨ لتر/ث.م^{2}من مساحة الفتحة بالنسبة للشبابيك والأبواب المنزلقة.
- ٣ لتر/ث.م^{2}من مساحة الفتحة بالنسبة للشبابيك والأبواب المروحية.

٣-٧-٢ موانع تسرب الهواء للغلاف الخارجى للمبنى

يجب إحكام الشبابيك والأبواب بالأماكن المكيفة بالمبنى بما يحد من تسرب الهواء . كما يجب سد الشقوق والفجوات حول جميع التوصيلات الخاصة بأعمال التكييف والإضاءة والصرف الصحى والتركيبات الكهربائية باستخدام موانع تسرب الهواء بين الأماكن المكيفة والأماكن غير المكيفة بالمبنى أو بين الأماكن المكيفة والأجواء الخارجية.

٣-٨ متطلبات العلامات المميزة للخصائص الفيزيوحرارية لمواد وعناصر الغلاف الخارجى

٣-٨-١ العزل الحرارى

يجب أن تكون هناك علامات مطبوعة واضحة على كل جزء من المواد الجاسئه العازلة للحرارة على مسافات لا تزيد عن ٥٠سم توضح المقاومة الحرارية للمادة العازلة . وفى حالة استخدام مواد عازلة للحرارة غير جاسئة تنفذ بالموقع فإنه يجب أن يلتزم المنفذ بنسب الخلط والتخانة التى يؤدى إلى المقاومة الحرارية المطلوبة بحيث لا تزيد نسبة امتصاص المياه عن ٢% بالنسبة للحجم وألا تقل مقاومة الانضغاط عن ١,٥ كجم/سم^{٢}. ولتركيب هذه المواد يجب إتباع أسلوب يضمن عدم تسرب المياه إلى المادة العازلة .

٣-٨-٢ الفتحات بالغلاف الخارجى

يجب أن تقدم شهادات معتمدة من جهات متخصصة معتمدة توضح الانتقالية الحرارية الكلية ومعامل الاكتساب الحرارى الشمسى للشبابيك والأبواب ذات الإطارات المعدنية وكذلك الفتحات المعدنية للإضاءة العلوية طبقاً لمتطلبات الكود بالبنود (٣-٥) ، (٣-٦) ، (٣-٧).

٣-٨-٣ سماحية تسرب الهواء من الفتحات

يجب أن يوضح معدل تسرب الهواء للشبابيك والأبواب وفتحات الإضاءة العلوية بوضع ملصق على المنتج يبين قيمة الحد الأقصى لمعدل تسرب الهواء طبقاً للإستخدام .

الباب الرابع

التهوية الطبيعية والراحة الحرارية

٤-١ عام

تساهم الفتحات فى تحقيق التهوية الطبيعية وتوفير الإضاءة الطبيعية داخل المبانى، كما أنها تلعب دوراً رئيسياً فى إنتقال الحرارة من وإلى فراغات المبنى.وتنتقل الحرارة والأشعة الشمسيه من خلال الفتحات الزجاجية للواجهات المعرضة بدون تظليل خارجي أو داخلي .

ظهرت كثير من المشاكل الصحية نتيجة نقص معدلات التهوية الطبيعية في المباني، وتتمثل هذه المشاكل فى الإحساس بفساد الهواء والتهابات الأغشية المخاطية و الصداع والبلادة. ومن المعروف أن الملوثات الداخلية في المباني يُسببها الأفراد مستعملو المبنى الداخلي، إلا أن الدراسات الحديثة أثبتت أن هناك أسباباً أخرى لتلوث الهواء الداخلي منها مواد البناء والأثاث وايضاً نظم التهوية الميكانيكية. لذلك يوصي بتوفير تهوية طبيعية من الهواء الخارجي لتقليل حدة التلوث إلي درجات تركيز مناسبة. وحيث أن الإنسان يمكث أكثر من ٩٠% من الوقت في بيئة داخلية ، فإن توفير هواء من الخارج غير ملوث يصبح ضرورة لازمة .

الراحة الحرارية الموصي بها في البلاد ذات المناخ الحار الجاف مثل جمهورية مصر العربية تتراوح بين ٢١,٨- ٣٠ س° ورطوبة من ٢٠- ٥٠ ٪ لسرعة رياح من ٠,٥ إلي ١,٥م/ث.

٤-٢ أهمية التهوية الطبيعية في المباني

تلعب التهوية الطبيعية ثلاثة أدوار مهمة في المباني :

٤-٢-١ التهوية من أجل تحقيق الراحة الحرارية (Ventilation for Thermal Comfort) وذلك بزيادة الفقد الحراري (Heat Losses) من جسم الإنسان و المساعدة على التخلص من الرطوبة الموجودة على البشرة نتيجة العرق ويتمثل ذلك في زيادة حركه الهواء وتوزيعه توزيعا مناسباً لتحقيق الراحة للقاطنين وكذلك التحكم في الرطوبة النسبية للهواء الداخلى .

٤-٢-٢ التهوية من أجل تبريد المبنى (Ventilation for Structural Cooling) وذلك عندما تكون درجة الحرارة الداخلية أعلى من درجة الحرارة الخارجية.

٤-٢-٣ التهوية من أجل تحقيق بيئة صحية (Health Ventilation) أي المحافظة على حد أدنى من الجودة عن طريق تغيير حجم من الهواء داخل المبنى واستبداله بهواء نقي متجدد من الخارج .ويتمثل في :

- توفير الكمية المطلوبة من الأوكسجين للتنفس و للعمليات الحيوية .
- تخفيف التركيز الغازي لتجنب تجاوز الحد الأقصى المسموح به لتركيز ثاني أكسيد الكربون و الروائح و الأبخرة والبكتريا مع التحكم في الرطوبة النسبية للهواء الداخلي.

٤-٣ متطلبات تحقيق التهوية الطبيعية

يجب أن يحقق تصميم نظام التهوية الطبيعية المتطلبات الخاصة بالأجزاء التالية :

٤-٣-١ الحد الأدنى للتهوية فى بند (٤-٥) .

٤-٣-٢ الفتحات الزجاجية فى بند (٤-٦) .

٤-٤ الملوثات

٤-٤-١ الروائح

ترتبط الروائح بإشغال المكان وأنشطة المطبخ و الحمامات ويكون تأثيرها أساساً على راحة الإنسان (وليس على الصحة العامة) ويمكن لحاسة الشم عند الإنسان إدراك تركيزات منخفضة جداً من الروائح ، ولكن إحساس الإنسان بالرائحة يقل إذا ظل لمدة طويلة في نفس المكان الملوث وتنبعث من الجسم روائح يمكن أن تكون نسبتها مقبولة إذا سمح بإدخال هواء خارجي إلي الفراغ الداخلي. وهذا يتوقف على كثافة الإشغال ففي الفراغات التي يكون نصيب الفرد فيها ٣,٦ م^{٣} مثلا يحتاج الشخص إلي معدل تهوية من الخارج ٨ لتر / ث للمحافظة على تركيز مقبول للرائحة.

٤-٤-٢ ثاني أكسيد الكربون

يرتبط معدل انبعاث ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عملية التنفس بمعدل التمثيل الغذائي ، ويمثل ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عملية التنفس ٤,٤ % من حجم هواء الزفير ، ويبلغ أقصى تركيز مسموح به لثاني أكسيد الكربون لمدة ٨ ساعات إشغال ٠,٥ % ، وعليه فإن معدلات التهوية المطلوبة للمحافظة على هذه النسبة على اختلاف معدلات التمثيل الغذائي تظهر في جدول رقم (٤-١) .

جدول (٤-١) معدلات التهوية المطلوبة للتنفس

النشاط (بالغون)	معدل التمثيل الغذائي (وات)	معدلات التهوية المطلوبة (لتر/ ثانية)
جلوس	١٠٠	٠,٨
عمل خفيف	١٦٠- ٣٢٠	١,٣٠- ٢,٦
عمل متوسط	٣٢٠- ٤٨٠	٢,٦- ٣,٩
عمل شاق	٤٨٠- ٦٥٠	٣,٩- ٥,٣
عمل شاق جداً	٦٥٠- ٨٠٠	٥,٣- ٦,٤

٤-٥ الحد الأدنى للتهوية

يجب تحقيق معدلات التهوية الموضحة بالجدول (٤-٢)

جدول (٤-٢) الحد الأدنى للتهوية

الاستعمال	الحد الأدنى (لتر/ ث /فرد)
غرف المعيشة وغرف النوم	٣
المطابخ والحمامات	١٤

٤-٦ الفتحات الزجاجية

يجب الاهتمام بتصميم الفتحات الخارجية ذات الشرائح الخشبية (الشيش). يجب غلق النوافذ خلال الفترات الحارة من اليوم عندما تكون درجة حرارة الهواء الخارجي المظلل أكبر

من درجة حرارة الهواء الداخلي للفراغ وذلك لتقليل تأثير الأشعة الشمسية على الفراغ الداخلي وذلك من منتصف أبريل حتى منتصف أكتوبر.

تهب على جمهورية مصر العربية خلال فصل الخريف رياح خماسينية حارة محملة بالأتربة – لذا يجب إحكام غلق النوافذ والفتحات خلال فترات الظهيرة وإعادة فتحها خلال فترات الليل والصباح الباكر عندما تكون درجة حرارة الهواء الخارجي أقل من درجة حرارة الهواء الداخلي مع فتح النوافذ والفتحات المتقابلة لزيادة معدلات التهوية الطبيعية.

٤-٦-١ التهوية من خلال الفتحات المتقابلة

يجب الاهتمام بتصميم الفتحات المتقابلة داخل المباني لتحقيق فروق فى الضغوط ينتج عنها زيادة حركة الهواء. يوضح الجدول(٤-٣) معدلات التهوية الطبيعية بالمباني السكنية غير المكيفة، ويتم حساب معدل تغيير الهواء خلال الفتحات المغلقة طبقاً لملحق هـ (بند هـ-٢).

جدول (٤-٣) معدلات التهوية الطبيعية بالمباني السكنية غير المكيفة

موقع النافذة المفتوحة	استخدام النوافذ		المعدل الساعى لتغيير الهواء
	نهاراً	ليلاً	
جانب واحد فقط	مغلق	مغلق	١
	مفتوح	مغلق	٣
	مفتوح	مفتوح	١٠
أكثر من جانب	مغلق	مغلق	٢
	مفتوح	مغلق	١٠
	مفتوح	مفتوح	٣٠

٤-٦-٢ المنور

يجب ان يراعى فى المبانى السكنية التى بها مناور تهوية ما يلى :

أ – وجود فتحات تسمح بالتحكم في حركة الهواء مع مراعاة عدم وجود أي عوائق بالفتحة العلوية للمنور.

ب – عدم اتصال مخارج الفتحات السفلية للمنور بالجراجات أو مناطق ذات هواء ملوث غير نقي.

الباب الخامس

نظم تكييف الهواء والتهوية القسرية

٥-١ عام

يشمل هذا الباب الأعمال المتعلقة بالتصميم العام والتخطيط والتركيب والفحص لأنظمة تكييف الهواء والتهوية القسرية التى تعمل على دفع الهواء إلى / أو سحب الهواء من فراغات المبانى طبقاً لظروف الاستخدام مع تغيير الخواص الحرارية للهواء داخل الحيز المكيف، بالإضافة إلى أنظمة التبريد اللازمة .

ويهدف هذا الباب إلى توفير الحد الأدنى من شروط الراحة الحرارية والصحة والسلامة العامة والأمان الناتجة عن تكييف أو تهوية المكان مع تحقيق سبل ووسائل خفض استهلاك الطاقة. ويتم تحقيق ذلك من خلال تنظيم مراجعة التصميم والتنفيذ ، نوعية المواد المستخدمة، التشغيل والفحص والصيانة والأمان لنظم تكييف الهواء والتهوية ونظم التبريد .

٥-٢ مبادئ أساسية

يحدد هذا الباب أكبر قدر من التوافق والتنسيق بين الأعمال المتعلقة بمجال أعمال تكييف الهواء والتهوية والتبريد فى المبانى من خلال الاعتبارات العامة الآتية :

- تحسين كفاءه الطاقة فى أعمال تصميم وتنفيذ أعمال تكييف الهواء والتهوية القسرية.
- التركيز على النواحى الإقتصادية وترشيد استهلاك الطاقة وسهولة الصيانة وتأثيرها على تفعيل أسس التصميم المناسبة لنظم تكييف الهواء والتهوية القسرية .
- تحديد الحد الأدنى المقبول لتنفيذ الأعمال .
- تحديد دور كل من المصمم والمقاول ومسئولية كل منهما.

٥-٣ اشتراطات عامة

٥-٣-١ المجال

يختص هذا الباب بتأكيد أعمال التصميم الآمن والتنفيذ وتحسين كفاءه الطاقة في النظم المتعلقة لكل من تكييف الهواء والتهوية القسرية.

٥-٣-٢ اعتماد المعدات

يجب أن تكون جميع المعدات المستخدمة معتمدة من الجهات المختصة مرفقاً بها شهادات الاختبار موضحاً بها نوع الاختبار وتصديق الهيئة المعنية .

٥-٣-٣ نظم مجارى الهواء

يجب أن تكون جميع المعدات والمهمات المستخدمة فى شبكات مجارى الهواء متوافقة مع ما هو وارد بالكود المصرى لأعمال تكييف الهواء والتبريد والتحكم.

٥-٣-٤ التوصيلات الكهربائية

يتم تصميم وتنفيذ التوصيلات الكهربائية بين جميع معدات تكييف الهواء طبقاً لما هو وارد فى الكود المصرى لأعمال تكييف الهواء والتبريد والتحكم .

٥-٣-٥ معدات تكييف الهواء والتهوية القسرية

٥-٣-٥-١ بطاقة البيانات

يجب استخدام المعدات المثبت عليها بطاقة توضح اسم الصانع، الماركة المسجلة، الطراز، الرقم المسلسل للتصنيع، نسبة كفاءة الطاقة (EER) والخاتم الدال على اعتماد الهيئة التى تجرى بها الاختبارات على المعدة وكفاءه الطاقة لها .

ويجب أن تشمل البطاقة أيضا البيانات التالية حسب نوع المعدة :

أ – المعدات الكهربائية

المقنن الكهربائي بالفولت والأمبير والطور ، والسماحية فى الجهد وقدرة المعدة بالوات.

ب – وحدات الامتصاص

السعة الحرارية بالوات، السعة الدنيا للوحدات ذات التحكم المتدرج أو المستمر ، نوع الوقود فى حالة التسخين المباشر ، نوع غاز التبريد ، سعة التبريد بالوات .

جـ – وحدات احتراق الوقود

معدل حرق الوقود بالوات، نوع الوقود المعتمد ومساحات الخدمة المطلوبة حول المعدة إذا كانت لازمة .

د – معدات التكييف والتبريد

المقنن الكهربائي بالفولت والأمبير والطور والسعة التبريدية بالوات، وسيط التبريد (كمية ونوع) والضغوط التصميميه المستخدمة.

٥-٣-٥-٢ تعليمات الصانع

يجب أن ترفق بالمعدة تعليمات دائمة من الصانع توضح تعليمات التشغيل والصيانة.

٥-٣-٦ عزل المواسير

٥-٣-٦-١ عام

يجب أن تكون جميع مواد العزل والتغليف المستخدمة فى نظم التبريد والتسخين مناسبة لدرجة حرارة التشغيل للنظام .

يجب أن تختبر كل من مادة العزل، الغلاف الخارجى ، والمادة المانعة للتسرب المحيطة جميعها بالأنابيب كمجموعة واحدة (منتج نهائي) .

٥-٣-٦-٢ الأداء الحراري لعزل المواسير

يجب أن تعزل المواسير المركبة لخدمة المبانى حراريا وذلك طبقا لما هو وارد بالجدول(٥-١) ويكون عزل المواسير غير مطلوب فى الحالات الآتية :

- المواسير المركبة داخل معدات التكييف والتبريد والتهوية القسرية.
- المواسير الناقلة للمائع التى تتراوح درجة حرارتها بين ١٣س° -٤٩س° والتى لا تستخدم فى أغراض حفظ الطاقة .
- عندما لا يسبب فقد أو اكتساب الحرارة للمواسير بدون طبقة عازلة زيادة فى الطاقة المطلوبة للمبنى .

تخانات المواد العازلة والمذكورة فى الجدول (٥-١) مبنية على أساس أن قيمة المقاومة الحرارية لهذه المواد يقع فى مدى (٠,٧٠-٠,٨١م٢ . س° / وات) على سطح مستوى عند درجة حرارة (٢٤س°) .يجب زيادة أقل تخانة للمواد العازلة ذات المقاومة الحرارية أقل من (٠,٧٠م٢ . س° / وات) كما يجب تقليل تخانة المواد الحراريه ذات المقاومة الحرارية أكبر من (٠,٨١م٢ . س° / وات) طبقا للآتى :

أ – للمواد ذات المقاومة الحرارية أكبر من (٠,٨١ م^{٢}. س$^{\circ}$ / وات) فإنه يجب تقليل قيمة التخانة المناظرة بالجدول للمادة العازلة لتصبح طبقا للمعادلة الآتية :

$$\text{أقل تخانة} = \frac{\text{٠,٨١ × القيمة المذكورة فى جدول (٥–١)}}{\text{القيمة الفعلية للمقاومة الحرارية}}$$

ب – للمواد ذات المقاومة الحرارية أصغر من (٠,٧٠م^{٢}. س$^{\circ}$ / وات) فإنه يجب زيادة أقل تخانه للمواد العازله لتصبح طبقا للمعادلة الآتية :

$$\text{أقل تخانة} = \frac{\text{٠,٧١ × القيمة المذكورة فى جدول (٥–١)}}{\text{القيمة الفعلية للمقاومة الحرارية}}$$

- فى حالة المواسير الحاملة للبخار أو المياه الساخنة والمعرضة للمس أو الاحتكاك مع الأشخاص ، فإنه يجب وضع طبقة عازلة كافية حولها بحيث لاتزيد درجة حرارة سطحها عن (٤٥س$^{\circ}$) طبقا لدرجة حرارة التشغيل ودرجة حرارة الهواء الخارجى المحيط .
- مياه المكثف المثلجة والمتكاثف والمواسير التى تحمل غازاً أو سائلاً والتى يمكن حدوث تكثيف عليها يجب عزلها بطريقة مناسبة لمنع هذا التكثيف.

جدول (٥–١) أقل تخانة لعزل المواسير

أنواع نظم المواسير	مدى درجة حرارة المائع (س$^{\circ}$)	القطر الأسمى للمواسير (مم)				
		حتى ٢٥	٣٢ – ٢٥	٥٠	١٠٢–٦٣,٥	١٢٧ أو أكبر
نظم التسخين						
• بخار وماء ساخن						
ضغط / درجة حرارة عاليه	٢٣٢ – ١٥٢	٦٣,٥	٦٣,٥	٣٨,١	٧٦,٢	٨٨,٩
ضغط / درجة حرارة متوسطة	١٥١ – ١٢١	٥٠,٨	٦٣,٥	٣٨,١	٦٣,٥	٧٦,٢
ضغط / درجة حرارة منخفضة	١٢١ – ٩٣	٣٨,١	٣٨,١	٢٥,٤	٥٠,٨	٥٠,٨
درجة حرارة منخفضة	٩٣ – ٤٨	٢٥,٤	٢٥,٤	١٢,٧	٣٨,١	٣٨,١
• المتكاثف		٢٥,٤	٣٨,١	٢٥,٤	٥٠,٨	٥٠,٨
نظم التبريد						
ماء مثلج	١٢,٨ – ٤,٤	١٢,٧	١٩,٠٥	١٢,٧	٢٥,٤	٢٥,٤
وسيط تبريد أو محلول ملحى	أقل من ٤,٤	٢٥,٤	٣٨,١	٢٥,٤	٣٨,١	٣٨,١

٥–٤ نظم تكييف الهواء

عند تصميم نظم تكييف الهواء المركزى، فإن هناك العديد من البدائل المطروحة أمام المصمم لتحقيق المتطلبات الحرارية والبيئية والطاقة والتحكم للمبنى. ويأخذ المصمم عند اختيار النظام عدة اعتبارات منها :

- تلبية الاحتياجات الحرارية الأساسية للمشروع مع توفير قدرات احتياطية والالتزام بالمواصفات العالمية والكود المصرى لتكييف الهواء والتبريد والتحكم.
- سهولة التشغيل والتحكم والاستجابة للأحمال فى ضوء معامل التباين (Diversity Factor).
- ترشيد الطاقة فى ضوء النظام المستخدم .
- التنسيق الكامل مع التخصصات المعمارية والإنشائية والكهربائية .
- ترشيد استخدام المساحات المخصصة للمعدات الميكانيكية.
- التكلفة الاقتصادية و المردود الاقتصادي .
- المحافظة على البيئة ومستويات الصوت والراحة البصرية .

٥-٤-١ نظام المياه المثلجة

يعتمد هذا النظام على إنتاج المياه المثلجة فى وحدات مستقلة قد تعمل بنظام الدورة الحرارية المعكوسة. ويتم إمرار المياه على أسطح تبادل حرارى حيث يتم تبريدها بطرد الحرارة منها فى المبخر .

ويتم دفع المياه المثلجة (المنتجة عادة عند درجات حرارة تتراوح بين ٦ و ٨ س° خلال شبكة مواسير مياه لتغذية الوحدات الطرفية ووحدات مناولة الهواء فى الأماكن المطلوب تكييف هوائها بما يحقق درجات الحرارة والرطوبة النسبية المطلوبة .

ويحقق هذا النظام المزايا التالية :

- عدم استقطاع مساحات من الغرف لمجارى هواء حيث تركب الوحدات عادة فى الفراغ أعلى السقف المعلق فى مدخل الغرف .
- إمكانية التحكم التام فى درجات الحرارة وكميات الهواء لكل غرفة بالمبنى وغلق الوحدة فى حالة عدم استخدام الغرفة .
- العمر الافتراضي للوحدات المركزية لا يقل عن ٢٥ عام فى المتوسط.
- معدل استهلاك طاقة كهربائية أقل مقارنة مع الأنظمة المختلفة الأخرى .
- إمكانية تلبية أى أحمال جزئية من المبنى دون تشغيل كامل لوحدات التبريد وذلك بنسب تصل إلى ١٢% من القيمة الإسمية لقدرة المبرد الواحد. ويتم تحميل الكباسات تباعاً الواحد تلو الآخر مع زيادة تحميل المبنى ويؤدى ذلك حتماً إلى ترشيد الطاقة وتخفيض التكلفة المباشرة للتشغيل .

- يتطلب نظام التبريد بالمياه المثلجة قدرة كهربائية أقل وبالتالي تكون الكابلات المغذية ذات تكلفة أقل .
- كفاءة تشغيل واستجابة سريعة عند تغير الأحمال والربط مع نظم التحكم فى إداره الطاقة للمباني.

٥-٤-٢ نظام التبريد المباشر

يعتمد هذا النظام على وحدات مستقلة قد تعمل بنظام الدورة الحرارية المعكوسة. ويتم إمرار الهواء المراد تكييفه على أسطح تبادل حرارى حيث يتم تبريدها بطرد الحرارة منها إلى المبخر. ويتم دفع الهواء المبرد عند درجات حرارة تتراوح بين ١٣ و ١٦ س° خلال شبكة مجارى الهواء السقفية أو الجداريه المعزولة حرارياً إلى مخارج الهواء المختلفة..

وتتلخص خصائص هذا النظام فيما يلى :

- يكون التحكم فى درجات الحرارة من نقطة واحدة عادة وكميات الهواء لكل مخرج ثابتة سواء تم استخدام الغرفة أم لا .
- العمر الافتراضي للوحدات لا يقل عن ١٠ أعوام فى المتوسط.
- معدل استهلاك الطاقة الكهربائية مرتفع مقارنة مع الأنظمة المختلفة من حيث الطاقة الكهربائية المطلوبة.
- يعيب هذا النظام عدم إمكانية تلبية أى أحمال جزئية لأماكن مكيفة مع التشغيل الكامل لوحدات التبريد .
- يتطلب قدرة كهربائية أكبر من نظيرتها فى نظام المياه المثلجة وبالتالي تكون الكابلات المغذية ذات تكلفة أكبر .

٥-٥ كفاءه الطاقة فى المبانى

يجب أن تحقق معدات تكييف الهواء الشباك والمنفصلة كفاءه الطاقة الموضحة بالجدولين رقم (٥-٢) ، رقم (٥-٣) كحد أدنى :

جدول (٥-٢) الحد الأدنى المسموح به لكفاءة الطاقة لوحدات الشباك

القدرة التبريديه كيلووات	استهلاك الطاقة بالوات	عام ٢٠٠٦		عام ٢٠٠٣		ISO الايزو	
		EER	COP	EER	COP	EER	COP
٢,٦٤	١٠٢٣	١٠	–	٨,٨	٢,٥٨	NA	٢,٣٤
٣,٦٦	١٤٢٩	١٠	–	٨,٧٥	٢,٥٦	NA	٢,٣٤
٥,٢٨	٢٠٠٠	١٠	–	٩,٠	٢,٦٤	NA	٢,٣٤
٧,٠٣	٢٦٩٧	١٠	–	٨,٩	٢,٦١	NA	٢,٣٤

وبما لا يتعارض مع المواصفات القياسية المصرية رقم ٢٠٠٢/٣٧٩٥ لكفـاءة الطاقـة لأجهزة التكييف الشباك والمنفصلة.

جدول (٥-٣) الحد الأدنى المسموح به لكفاءة الطاقة للوحدات المنفصلة

القدرة التبريديه كيلووات	استهلاك الطاقة بالوات	عام ٢٠٠٦		عام ٢٠٠٣		ISO الايزو	
		EER	COP	EER	COP	EER	COP
٢,٧٨	١٠٥٦	١٠	–	٩,٠٠	٢,٦٤	–	٢,٣٤
٣,٦٦	١٣٨٩	١٠	–	٩,٠٠	٢,٦٤	–	٢,٣٤
٥,٥٧	٢١١١	١٠	–	٩,٠٠	٢,٦٤	–	٢,٣٤
٧,٠٣	٢٧٧٥	١٠	–	٨,٦٥	٢,٦٤	–	٢,٣٤
٨,٨	٣٤٠٩	١٠	–	٨,٨٠	٢,٥٨	–	٢,٤٩
١٠,٢٦	٣٧٨٤	١١	–	٩,٢٥	٢,٧١	–	٢,٤٩

COP : Coefficient of Performance

EER : Energy Efficiency Ratio

٥-٦ التهوية القسرية

٥-٦-١ متطلبات تهوية المطابخ والحمامات :

يجب تركيب مراوح الشفاطات في المطابخ والحمامات لتحقيق الحد الأدنى من التهوية الطبيعية والوارده فى الجدول رقم (٤-٢). الجدول رقم (٥-٤) يبين معدلات التهوية القسرية الموصي بها وبما لا يتعارض مع متطلبات الكود المصرى لتكييف الهواء والتبريد.

٥-٦-٢ متطلبات تهوية غرف المعيشة والنوم :

يجب تحقيق متطلبات الكود المصرى لتكييف الهواء والتبريد .

٥-٦-٣ الكابلات والوصلات الكهربائية للمراوح والشفاطات

يجب أن تكون جميع الوحدات السكنية مجهزة بالكابلات والوصلات الكهربائية اللازمة لتركيب الشفاطات في المطابخ والحمامات وتركيب المراوح في الفراغات المعيشية. ويجب إعداد الوصلات والكابلات فى الأماكن المشغولة لتسمح بتشغيل المراوح والشفاطات بعدة سرعات طبقاً للكود المصرى لأسس تصميم واشتراطات تنفيذ التوصيلات الكهربائية فى المبانى.

جدول (٥-٤) التهوية القسرية الموصي بها

الاستعمال	الحد الأقصى (م^3/ساعة/ فرد)
غرف المعيشة وغرف النوم	١٧
المطابخ والحمامات	٨٥

الباب السادس

نظم تسخين المياه

٦-١ عام

يحدد هذا الباب من الكود أسس تصميم شبكات المياه الساخنة بما يحقق كفاءة استخدام الطاقة.

ولا تخضع أنظمة التدفئة التي تعمل على نظام ارتجاع الطاقة (Heat Recovery) لمتطلبات هذا الباب.

٦-٢ المتطلبات الملزمة

يلزم تصميم نظم تسخين المياه طبقاً لكود الهندسة الصحية مع ضمان تحقيق متطلبات الكود المصري للمباني.

٦-٢-١ كفاءة المعدات

يلزم أن تحقق السخانات النمطية للمياه الساخنة والمراجل المنزلية وكذلك خزانات المياه الساخنة وسخانات حمامات السباحة متطلبات المواصفات القياسية المصرية بالإضافة إلى تحقيق منسوب كفاءة الطاقة الموضحة بالجدول (٦-١).

٦-٢-٢ أماكن تركيب المعدات

يجب أن توضع نظم الإمداد بالمياه الساخنة الخاصة بالمباني السكنية ذات سعات أكبر من ١٠٠ لتر تخزين و/أو ذات قدرة أكبر من ١٥ كيلووات في مناطق خاصة بها منفصلة تماماً وبعيدة عن أماكن الإشغال.

جدول (٦-١) معدات تسخين المياه

المكون	أسس الأداء	أقل كفاءة مقبولة	درجة حرارة التحكم
نظم تعمل بالغاز بسعة تخزين أقل من ٣٨ لتر	فرق درجة حرارة تساوي ٥٠س°	٨٠ ٪	٦٠ س°
نظم تعمل بالغاز بسعة تخزين أكبر من ٣٨ لتر	فرق درجة حرارة أكبر من ٤٥س°	٨٥ ٪	٦٠ س°
تغذية أقل من ١٢ ك وات وسعة تخزين من ٥٠-٤٥٠ لتر.	فرق درجة حرارة أقل من ٤٥س°	٩٠ ٪	٨٠ س°

٦-٢-٣ العزل الحراري للمواسير

- جميع مواسير شبكات المياه الساخنة يلزم عزلها حرارياً طبقاً للكود المصري للهندسة الصحية وكود تكييف الهواء والتبريد والتحكم .
- جميع شبكات المواسير التي تمثل جزءاً من منظومة المياه الساخنة وتوجد خارج الغلاف الخارجي للمباني يجب أن تعزل حرارياً طبقاً لكود تكييف الهواء والتبريد والتحكم.
- أينما يوجد عزل حراري للمواسير له معامل موصليه حرارية أقل من الحدود الدنيا المحددة بجداول مواصفات بنود أعمال العزل الحراري، فإنه يجب أن يتم تصحيح تخانة هذا العزل الحراري ليحقق معدل الأداء المطلوب بهذه الجداول.

٦-٢-٤ التحكم في درجة الحرارة

- يجب أن يتم التحكم فى درجة الحرارة لكل وحدة تسخين مياه مركبة عن طريق أداة مستقلة للتحكم فى درجة الحرارة .
- يجب أن تجهز نظم تسخين المياه التي تشتمل على خزانات مياه بنظام تلقائي للتحكم في درجة الحرارة بحيث يتم التحكم فى الحدود الدنيا والقصوى لدرجة حرارة المياه.
- يلزم أن تكون منظومات التحكم في درجة الحرارة عن بعد من النوع الذي يتحكم في القدرة التشغيلية للسخانات الكهربائية مباشرة .

٦-٢-٤-١ غلق الوحدات

للمنظومات التي تشتمل على خزانات للمياه بسعات أقل من ١٠٠ لتر، يلزم أن تجهز كل منظومة بمبين مقروء ومعنون لإيضاح حالة النظام.

٦-٢-٤-٢ نظم الصيانة للسخانات الكهربائية

يجب أن تتضمن وحدات التسخين الكهربائية نظاماً تلقائيا لضبط تشغيلها لضمان المحافظة على درجة حرارة المياه الساخنة .

٦-٢-٥ المحافظة على المياه الساخنة

٦-٢-٥-١ وحدات الاستحمام المنزلي

يجب أن تشتمل الوحدات على نظام ذاتي التشغيل للحد من تصريف المياه أكثر من ٩,٥ لتر في الدقيقة طبقاً للكود المصري للهندسة الصحية.

٦-٢-٥-٢ الأحواض المركبة بالوحدات السكنية

يجب أن تجهز بنظام للحد من تصريف المياه الساخنة أكثر من ٨,٣ لتر في الدقيقة.

الباب السابع

نظم الإضاءة الطبيعية والاصطناعية

٧-١ عام

يبلغ استهلاك الطاقة الكهربائية للإضاءة فى القطاع المنزلى نسبة ٤٥% من مجموع استهلاكات الطاقة الكهربائية المنزلية.ونظرا لارتفاع هذه النسبة فإنه يجب ترشيدها عن طريق اتباع الطرق المثلى لنظم التصميم واختيار المصابيح والمعدات المصاحبة لها بما يضمن منسوب إضاءة مناسب من النواحى الفنية والجمالية ، وكذا التأكد من ضرورة إدخال العنصر الاقتصادى كأحد معايير الاختيار عند تحديد منظومة الإضاءة بما يضمن استهلاكات وتكاليف منخفضة تعود بالفائدة على كل من المستهلك والمنتج للطاقة الكهربائية.

ومن أهم وسائل ترشيد الطاقة الاعتماد على الإضاءة الطبيعية فى المبانى السكنية كمصدر رئيسى للإضاءة حيث أن السماء صافية فى جمهورية مصر العربية فى أغلب أيام العام. ويستعان بالإضاءة الاصطناعية لتتكامل مع الإضاءة الطبيعية حين الحاجة إليها لتحقيق شدة الإضاءة المطلوبة داخل المكان.

٧-٢ المجال

تطبق الشروط الواردة فى هذا الباب على المبانى السكنية ويستثنى من ذلك الفراغات المعمارية والغرف ومعدات الإضاءة الآتية:

أ - الفراغات غير السكنية فى المبانى السكنية

ب - الفراغات التى تحتاج إلى حماية فائقة ضد الأخطار والتى تحدد بواسطة الجهات الإدارية وأفراد الأمن وتحتاج بدورها إلى إضاءة إضافية.

جـ- إضاءة الطوارئ.

٧-٢-١ الشروط الواجبة للإضاءة الاصطناعية

يوضح هذا الكود الشروط الواجب توافرها للحصول على إضاءة اصطناعية ذات كفاءة عالية تؤدى الغرض المطلوب منها داخل الفراغات فى المبانى السكنية وهى :

- الحد الأدنى لكفاءة المصابيح الكهربائية المختلفة (لومن / وات)

- الفقد المسموح به لكوابح التيار (وات)
- أقصى قيمة لكثافة القدرة الكهربائية للإضاءة (وات / م^2)

٧-٣ المطابقة مع باقى أبواب الكود

يجب أن تتطابق الشروط الواردة فى هذا الباب مع كل المتطلبات الواردة فى كل من :

- الفقرات الإجبارية لمتطلبات معدات الإضاءة والمذكورة ببند (٧-٤) فيما يتعلق بالآتى :
  أ - القيمة الأدنى المسموح بها لكفاءة المصابيح الكهربائية بأنواعها المختلفة .
  ب - أقصى فقد كهربائى مسموح به للملفات الخانقة .
- الجزء الإجبارى فى الباب التاسع (الأداء الكلى للمبنى) .

٧-٤ الفقرات الإجبارية

٧-٤-١ متطلبات معدات الإضاءة

٧-٤-١-١ القيمة الأدنى لكفاءة المصابيح الكهربائية

يجب ألا تقل قيمة كفاءة المصابيح الكهربائية المستخدمة فى المبانى السكنية عن القيم المعطاة فى الجدول (٧-١) وذلك للمصابيح الآتية :

أ- المصابيح المتوهجة

ب- المصابيح الفلورية

جـ- المصابيح الفلورية المدمجة

يوضح ملحق (و) تفاصيل المصابيح الكهربائية وملحقاتها .

٧-٤-١-٢ القيمة العظمى للفقد الكهربائى لكوابح التيار

يجب ألا تزيد قيمة الفقد الكهربائى لكوابح التيار عن القيم المذكورة فى جدول(٧-١) وذلك للكوابح المستخدمة للمصابيح الآتية :

- المصابيح الفلورية
- المصابيح الفلورية المدمجة (الموفرة للطاقة)

جدول (٧-١) خصائص معدات الإضاءة

نوع المصباح	القدرة الكهربائية (وات)	أقل قيمة كفاءة للمصباح (لومن/وات)	العمر الإفتراضى للتشغيل (ساعة)	أقصى قيمة فقد كهربائى فى الكابح (وات)
أ- المصابيح المتوهجة				
١- مصباح مملوء بغاز خامل زجاج مصنفر	٤٠	١٠,٧٥	٧٥٠-١٠٠٠	بدون كابح
	٦٠	١٢,١٦		
	١٠٠	١٣,٨		
٢- مصباح مغلف بالسليكا البيضاء	٤٠	١٠		
	٦٠	١١,٦		
	١٠٠	١٢,٦		
ب- المصابيح الفلورية				
١- الخطية	١٨	٣٦-٤٤	٥٠٠٠-١٠٠٠٠	(١٤وات) لمصباح واحد وملف خانق كهرومغناطسية (٤وات) لمصباح واحد وكابح إلكترونى (٦وات) لمصباحين وكابح إلكترونى
	٢٠	٣٦-٥٦		
	٣٦	٣٧-٥٦		
	٤٠	٣٤-٥١		
٢- الدائرية	٣٢	٣٦-٤٥	٥٠٠٠-١٠٠٠٠	
	٤٠	٤٣-٥٤		
ج- المصابيح الفلورية المدمجة				
١- بكابح مندمج بها وحدة واحدة	١١	٥٢	٧٠٠٠-١٠٠٠٠	(٤وات) لمصباح كابح إلكترونى (٦وات) لمصباح وكابح إلكترونى
	١٥	٥٧		
	٢٠	٥٧		
٢- بكابح منفصل يمكن استبداله	١٠	٦٠	٧٠٠٠-١٠٠٠٠	٦ وات ٥ وات ٧ وات
	١٣	٦٩		
	١٨	٦٦		

٧-٤-٢ منسوب شدة الاضاءة

يتغير منسوب شدة الإضاءة للفراغات المختلفة داخل المبانى السكنية طبقاً لاستخدامها. ويوضح جدول (٧-٢) منسوب شدة الاضاءة فى الفراغات المختلفة داخل المبانى السكنية. هذه القيم تبين مستويات شدة الإضاءة فى كل من الفراغات السابقة ويلزم تحقيق قيم الحد الادنى لمستوى شدة الاضاءة.

تعتبر المصابيح الفلورية من أكفأ المصابيح المستخدمة لتحقيق المستوى المطلوب لشدة الإضاءة فى أغلب الفراغات فى المبانى السكنية ولذلك يوصى باستخدامها كمصدر للإضاءة العامه ، بينما يمكن استخدام المصابيح الفلورية المدمجة ، والمصابيح المتوهجة كمصدر للإضاءة الموضعية.

جدول (٧-٢) منسوب شدة الإضاءة
فى الفراغات المختلفة فى المبانى السكنية

الفراغ	منسوب شدة الإضاءة (لكس) (LUX)		
	الحد الأدنى	الحد المتوسط	الحد الأقصى
غرف النوم	٥٠	٧٥	١٠٠
غرف الضيوف	٢٠٠	٣٠٠	٤٠٠
غرف المعيشة	٢٠٠	٣٠٠	٥٠٠
الحمامات	١٠٠	١٥٠	٢٠٠
المطابخ	١٠٠	٢٠٠	٤٠٠
الممرات والسلالم والمصاعد	١٠٠	١٥٠	٢٠٠
الإضاءة الموضعية	٥٠	٧٥٠	١٠٠٠

٧-٤-٣ كثافة القدرة الكهربائية

٧-٤-٣-١ القيم العظمى المسموح بها لكثافة القدرة الكهربائية للإضاءة

تعرف كثافة القدرة الكهربائية للوحدة السكنية بأكملها أنها خارج قسمه الأحمال الكهربائية لجميع التركيبات الكهربائية للإضاءة على المساحة الكلية المضاءة . وتشمل القدرة الكهربائية الكلية قدرة المصباح ، الفقد فى كوابح التيار ، قدرة منظمات التيار ووسائل التحكم الكهربائي. يوضح جدول (٧-٣) القيمة العظمى المسموح بها لكثافة القدرة الكهربائية للإضاءة للفراغات المختلفة فى الوحدة السكنية وكذلك الوحدة بكاملها.

٧-٤-٣-٢ وحدات الإضاءة

يوصى بتوفير الشروط الآتية فى وحدات الإضاءة :

أ - سهولة التركيب والصيانة والاستبدال.

ب - عدم تجاوز درجة حرارة التشغيل للحدود المسموح بها .

جـ- استخدام عواكس للتحكم وتوزيع الإضاءة .

جدول (٧-٣) القيم الموصى بها لكثافة القدرة الكهربائية
لإضاءة الفراغات فى المبانى السكنية

الفراغ	القيمة العالمية (وات/م٢)	القيمة المتوسطة* (وات/م٢)
غرف النوم	١٠	١٠
غرف المعيشة	١٩	١٩
غرف الإستقبال	١٩	١٩
الحمامات	١٤	١٤
المطابخ	١١	١١
الممرات ،السلالم والمصاعد	١٣	١٣
الوحدة السكنية	١٥	١٤,٥

* هذه القيم متوسطة لما تم استنباطه من قياسات المسح الميدانى لأنمطة مختلفة من الوحدات السكنية بإستخدام أنواع مختلفة من المصابيح الكهربائية

٧-٥ الإضاءة الطبيعية

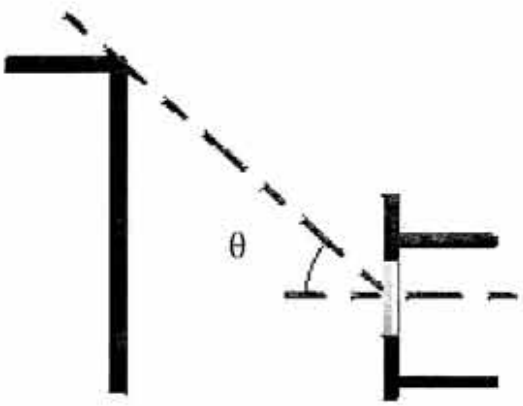
٧-٥-١ متطلبات الإضاءة الطبيعية

تؤثر منظومة من العناصر التصميمية المتداخلة (داخلية وخارجية) على مستوى الإضاءة الطبيعية داخل فراغات الوحدات السكنية. يلزم مراعاة هذه العناصر حتى يمكن الاعتماد على الإضاءة الطبيعية معظم ساعات النهار، وتشتمل هذه العناصر على زاوية العائق (θ) شكل (٧-١)، معامل البروز (Projection Factor- PF) شكل (٧-٢) ، مساحة نافذة الضوء الطبيعي منسبة إلى مساحة الحائط الخارجى الموجودة فيه (WWR) ، معامل نفاذية الزجاج المستخدم فى هذه الفتحات، نهو الأسطح الداخليه (أسقف ، حوائط، أرضيات). يجب أن تتوافر فى فتحات الفراغات الخدمية و الفراغات المعيشية الشروط التالية:

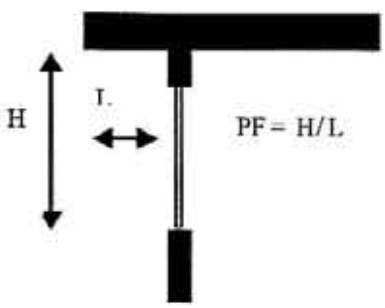
- لا تزيد زاوية العائق (θ) عن ٧٠° .
- لا تقل نسبة مساحة نافذة الضوء الطبيعي إلى مساحة الحائط الخارجى الموجوده فيه (WWR) عن :
  - ١٠٪ للفراغات الخدمية .

- ١٥٪ للفراغات المعيشية.
- معامل نفاذية الزجاج المستخدم (VLT) لا يقل عن ٠,٤٥
- نهو الأسطح الداخليه :
  - فاتح بالنسبة للفراغات الخدمية.
  - فاتح ومتوسط بالنسبة للفراغات المعيشية.

ويوضح الجدولان (٧-٤) ، (٧-٥) مجموعة من البدائل التصميمية المؤثرة على مستوى الإضاءة الطبيعية داخل فراغات الوحدات السكنية ، يتم الاستعانة بهما فى المراحل التصميمية المختلفة .



شكل (٧-١) زاوية العائق (θ)

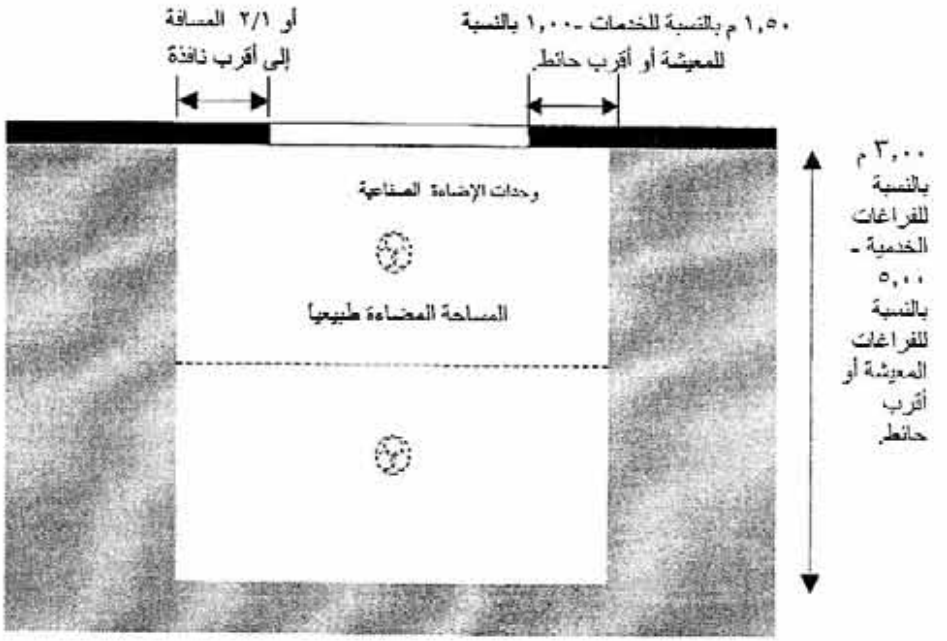


شكل (٧-٢) معامل البروز (PF)

٧-٥-٢ المساحة المضاءة طبيعيا

هى المساحة الملاصقة للفتحات الرأسية ، وهى ذات بعدين أفقيين أحدهما عمودى على الفتحة والآخر موازى لها ، حيث يكون البعد العمودى مساويا إما ٣,٠٠ متر بالنسبة للفراغات الخدمية، و٥,٠٠ متر بالنسبة للفراغات المعيشية أو المسافة إلى أقرب حائط أيهما أقل .

ويكون البعد الموازى للفتحة مساويا لعرض الفتحة بالإضافة إلى ١,٥٠ متراً من كل جهه بالنسبة للفراغات الخدمية، و١,٠٠ متراً من كل جهه بالنسبة للفراغات المعيشية،أو المسافة إلى أقرب حائط أو نصف المسافة إلى الفتحة المجاورة ، أيهما أقل.



شكل (٧-٣) المساحة المضاءة طبيعيا

جدول (٧-٤) البدائل التصميمية التى يمكن الإختيار بينها بالنسبة للفراغات الخدمية

مساحة الفتحات /مساحة الحائط (WWR) %	التوجيه	زاوية العائق (θ)	نفاذية الزجاج (VLT)	نهو الأسطح الداخلية	
١٠ < WWR ≤ ١٥	شمالى	صفر ≤ θ < ٥٠	٠,٦٠ ≤ VLT	م	ف
			٠,٣٠ ≤ VLT < ٠,٦٠	م	ف
		٥٠ ≤ θ < ٨٠	٠,٦٠ ≤ VLT	م	ف
			٠,٣٠ ≤ VLT < ٠,٦٠	م	ف
	جنوبى	صفر ≤ θ < ٥٠	٠,٦٠ ≤ VLT	م	ف
			٠,٣٠ ≤ VLT < ٠,٦٠	م	ف
		٥٠ ≤ θ < ٨٠	٠,٦٠ ≤ VLT	م	ف
			٠,٣٠ ≤ VLT < ٠,٦٠	م	ف
	شرقى ، غربى	صفر ≤ θ < ٥٠	٠,٦٠ ≤ VLT	م	ف
			٠,٣٠ ≤ VLT < ٠,٦٠	م	ف
		٥٠ ≤ θ < ٨٠	٠,٦٠ ≤ VLT	م	ف
			٠,٣٠ ≤ VLT < ٠,٦٠	م	ف
١٥ < WWR ≤ ٢٥	شمالى	صفر ≤ θ < ٥٠	٠,٦٠ ≤ VLT	م	ف
			٠,٣٠ ≤ VLT < ٠,٦٠	م	ف
		٥٠ ≤ θ < ٨٠	٠,٦٠ ≤ VLT	م	ف
			٠,٣٠ ≤ VLT < ٠,٦٠	م	ف
	جنوبى	صفر ≤ θ < ٥٠	٠,٦٠ ≤ VLT	م	ف
			٠,٣٠ ≤ VLT < ٠,٦٠	م	ف
		٥٠ ≤ θ < ٨٠	٠,٦٠ ≤ VLT	م	ف
			٠,٣٠ ≤ VLT < ٠,٦٠	م	ف
	شرقى ، غربى	صفر ≤ θ < ٥٠	٠,٦٠ ≤ VLT	م	ف
			٠,٣٠ ≤ VLT < ٠,٦٠	م	ف
		٥٠ ≤ θ < ٨٠	٠,٦٠ ≤ VLT	م	ف
			٠,٣٠ ≤ VLT < ٠,٦٠	م	ف

بديل تصميمى يحقق المستوى المطلوب للإضاءة الطبيعية

بديل تصميمى لا يحقق المستوى المطلوب للإضاءة الطبيعية

د : داكن

م : متوسط

ف : فاتح

جدول (٧-٥) البدائل التصميمية التى يمكن الاختيار بينها بالنسبة للفراغات المعيشية

مساحة النافذه / مساحة الحائط % (WWR)	التوجيه	زاوية العانق (θ)	معامل البروز (PF)	نفاذية الزجاج (VLT)	نهو الأسطح الداخلية		
					د	م	ف
			لا يوجد بروز	٠,٦٠≤ VLT			
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
			٠,٥٠ < PF ≤ ٠,٧٠	٠,٦٠≤ VLT	د	م	ف
		صفر ≤ θ < ٤٥		٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
			لا يوجد بروز	٠,٦٠≤ VLT	د	م	ف
	شمالى			٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
		٤٥ ≤ θ < ٦٠	٠,٥٠ < PF ≤ ٠,٧٠	٠,٦٠≤ VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
			لا يوجد بروز	٠,٦٠≤ VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
		صفر ≤ θ < ٤٥	٠,٥٠ < PF ≤ ٠,٧٠	٠,٦٠≤ VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
	جنوبى		لا يوجد بروز	٠,٦٠≤ VLT	د	م	ف
١٥ ≤ WWR < ٢٥				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
		٤٥ ≤ θ < ٦٠	٠,٥٠ < PF ≤ ٠,٧٠	٠,٦٠≤ VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
			لا يوجد بروز	٠,٦٠≤ VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
		صفر ≤ θ < ٤٥	٠,٥٠ < PF ≤ ٠,٧٠	٠,٦٠≤ VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
	شرقى ، غربى		لا يوجد بروز	٠,٦٠≤ VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
		٤٥ ≤ θ < ٦٠	٠,٥٠ < PF ≤ ٠,٧٠	٠,٦٠≤ VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف

بديل تصميمى يحقق المستوى المطلوب للإضاءة الطبيعية

بديل تصميمى لا يحقق المستوى المطلوب للإضاءة الطبيعية

د : داكن
م : متوسط
ف : فاتح

تابع جدول (٧-٥) البدائل التصميمية التى يمكن الاختيار بينها بالنسبة للفراغات المعيشية

مساحة النافذه / مساحة الحائط (WWR)	التوجيه	زاوية العائق (θ)	معامل البروز (PF)	نفاذية الزجاج (VLT)	نهو الأسطح الداخلية		
					د	م	ف
			لا يوجد بروز	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
		صفر≤θ<٤٥		٠,٣٥≤VLT<٠,٦٠	د	م	ف
			٠,٥٠<PF≤٠,٧٠	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
				٠,٣٥≤VLT<٠,٦٠	د	م	ف
	شمالى		لا يوجد بروز	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
		٤٥≤θ<٦٠		٠,٣٥≤VLT<٠,٦٠	د	م	ف
			٠,٥٠<PF≤٠,٧٠	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
				٠,٣٥≤VLT<٠,٦٠	د	م	ف
			لا يوجد بروز	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
		صفر≤θ<٤٥		٠,٣٥≤VLT<٠,٦٠	د	م	ف
			٠,٥٠<PF≤٠,٧٠	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
	جنوبى			٠,٣٥≤VLT<٠,٦٠	د	م	ف
٢٥≥WWR>٥٠			لا يوجد بروز	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
		٤٥≤θ<٦٠		٠,٣٥≤VLT<٠,٦٠	د	م	ف
			٠,٥٠<PF≤٠,٧٠	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
				٠,٣٥≤VLT<٠,٦٠	د	م	ف
			لا يوجد بروز	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
		صفر≤θ<٤٥		٠,٣٥≤VLT<٠,٦٠	د	م	ف
			٠,٥٠<PF≤٠,٧٠	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
	شرقى ، غربى			٠,٣٥≤VLT<٠,٦٠	د	م	ف
			لا يوجد بروز	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
		٤٥≤θ<٦٠		٠,٣٥≤VLT<٠,٦٠	د	م	ف
			٠,٥٠<PF≤٠,٧٠	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
				٠,٣٥≤VLT<٠,٦٠	د	م	ف

بديل تصميمى يحقق المستوى المطلوب للإضاءة الطبيعية

بديل تصميمى لا يحقق المستوى المطلوب للإضاءة الطبيعية

د : داكن
م : متوسط
ف : فاتح

٧-٥-٣ أساليب تحسين كفاءة الإضاءة الطبيعية

يجب اتباع الأساليب التالية لتحسين كفاءة الإضاءة الطبيعية وذلك عند نقص شدتها عن المستوى المطلوب ، أو لتلافى بعض العيوب مثل البهر وذلك كما يلى :

- وضع الفتحات بالقرب من الحوائط لتقليل التباين والبهر الناتج عن التضاد الشديد بين مستوى شدة الإضاءة بالداخل والخارج ، والاستفادة من الحوائط الجانبية كأسطح عاكسة ومشتتة للضـــوء الساقط عليها شكـــــل (٧-٤).
- التوزيع المنظم للفتحات فى حالة وجود أكثر من فتحـــة .
- رفع منسوب عتب الفتحات إلى أقصى ارتفاع ممكن للسماح بدخول الضوء إلى مسافات عميقة وذلك فى فتحات الواجهات الشمالية مع مراعاة متطلبات التظليل فى باقى الواجهات.
- وضع النوافذ فى أكثر من حائط.

شكل (٧-٤) وضع الفتحات بالقرب من الحوائط

٧-٥-٤ وسائل التحكم المستجيبة للإضاءة الطبيعية

يتحقق الوفر فى الطاقة عندما يمكن الاعتماد على الإضاءة الطبيعية والاستغناء عن الإضاءة الاصطناعية دون زيادة أحمال حرارية .

هنـــاك نوعين من وسائل التحكم المستجيبـــة للإضاءة الطبيعية يلزم توافرهما هى:

- التحكم فى الإضاءة الاصطناعية ، طبقا للمتطلبات الواردة فى بند (٧-٦)
- التحكم فى وسائل الإظلال ، طبقا للمتطلبات الواردة فى الفقرة (٣-٢-٢)

٧-٦ التحكم فى الإضاءة الاصطناعية

يؤدى تغيير مستوى الضوء الطبيعى على مدار اليوم إلى تغيير مستوى الإضاءة الاصطناعية المطلوبة ، كما أن التوصيلات الداخلية للمبانى غالباً ما تكون مصممة على تقليل التكاليف والتى تتطلب الحد من استخدام دوائر مفاتيح منفصلة بتوصيل وفصل وحدات الإضاءة، وكذلك الفيض الضوئى المنبعث من وحدات الإضاءة ينخفض بمقدار ١٥-٢٠٪ على مدى عمرها الافتراضى ، ولذلك فإن مستوى الإضاءة فى النصف الأول من العمر الافتراضى لوحدات الإضاءة يكون أعلى من المستوى المطلوب .

لذلك ولتوفير الطاقة المستخدمة فى المبانى السكنية يجب أن يراعىعند تصميم التوصيلات الكهربائية فى المنازل سهوله التحكـم فى الإضاءة الاصطناعية (التحكم اليدوى والتحكم الأتوماتيكى) بمراعاة الآتى :

- مساحة المكان : يركب مفتاح واحد على الأقل للمساحات حتى ١٠ متر مربع ، ومفتاحين فى المطابخ والمساحات حتى ٢٠ متر مربع . وتحتاج المساحات حتى ٣٠ متر مربع إلى ثلاثة مفاتيح.
- يجب أن تكون نظم التحكم اليدوى فى الإضاءة فى مكان يسمح برؤية وحدات الإضاءة المستعملة.
- يجب تركيب مفتاحين للتحكم فى إضاءة المساحات التى يمكن إضاءة جزء منها طبيعياً، يتحكم أحدهما فى المساحة التى يمكن إضاءتها طبيعياً ، مع امكانية فصل التغذية عن ٥٠٪ من اللمبات على الأقل فى هذه الأماكن وذلك بالتحكم فى وحدات الإضاءة كلياً أو جزئياً (شكل ٧-٣).
- ملاحظة : لا يلزم تركيب نظم تحكم منفصلة عندما تكون الإضاءة الطبيعية غير كافية .
- الإضاءة المباشرة : تستخدم الإضاءة المباشرة فى المطابخ وحجرات المعيشة إلى جانب الإضاءة العامة للمكان .

الباب الثامن

نظم توزيع القـوى الكهربائية

٨-١ عام

يهدف هذا الباب الى تحسين استخدام كفاءة الطاقة فى نظم توزيع القوى الكهربائية بالمبانى السكنية وذلك من خلال تقليل الفقد الكهربى فى هذه التركيبات وذلك عن طريق زيادة مساحة مقطع التوصيلات وزيادة كفاءة المحولات والمحركات الكهربائية.

٨-٢ الأحمال الكهربائية والأمان فى المبانى السكنية

فى حالة إجراء تعديلات تستلزم زيادة القدرة للمتر المربع،فانه يجب أخذ موافقة جهة الاختصاص، وفى جميع الحالات يلزم ان توضح التعديلات فى المستندات المقدمة للاعتماد، (انظر ملحق ز) .

ومن حيث الأمان والمحافظة على الطاقة، فإن مجمل التشوهات الناتجة عن التوافقيات (Total Harmonic Distortion) وكذلك تيارات التسرب الأرضى (Earth Leakage Current) فى المبانى السكنية يجب أخذها فى الاعتبار، انظر ملحق (ز)، بند (٥-٣).

٨-٣ التدابير الاحتياطية الإلزامية

٨-٣-١ الحد الأدنى لكفاءة الأجهزة للمبانى الكبيرة المكونة من خمسة أدوار أو أكثر

٨-٣-١-١ كفاءة محولات القوى

يجب اختيار محولات القوى ذات سعات و تصميمات مناسبة بحيث تحقق الحد الأدنى من الكفاءة عند الحمل الكامل، وتحقيق أقل سعر ابتدائى مدفوع بالإضافة للقيمة الظاهرة لسعر الطاقة الكلية المفقودة عند توقع الأحمال خلال العمر الإفتراضى (Life Span). ويوضح الجدول (٨-١) اقل قيمة مقبولة لكفاءة محولات القوى للمبانى السكنية، كما يوضح البند (١١-١) بالملحق (ز) التكلفة الفعالة.

جدول (٨-١) : اقل كفاءة مقبولة لمحولات القوى(جهد متوسط /جهد منخفض)

سعة المحول ك.ف.أ	أقل كفاءة مقبولة %
١٠٠	٩٨,٢٢
٢٥٠	٩٨
٥٠٠	٩٨,٧٧
٧٥٠	٩٨,٧
١٠٠٠ ≤	٩٨,٩

٨-٣-١-٢ كفاءة المحركات الكهربائية

بالنسبة للمبانى السكنية الكبيرة المكونة من خمسة أدوار أو أكثر والتى تحتوى على محركات لطلمبات المياه أو للمصاعد فإنه يجب أن تحقق المحركات الآتى :

أ - ألا تقل الكفاءة الاسمية عند الحمل الكامل عما ورد فى الجـــدول (٨-٢).

ب - ألا تزيد سعة المحرك عن ١٢٥% من الأحمال المتوقعة بخلاف ما يلى :

- عندما يكون الحمل فى حاجة إلى عزم تقويم عالى (High Starting Torque) .
- عندما يتم اختيار سعة غير قياسية ويضطر إلى اختيار السعة التالية . ويوضح البند (١١-٢) بالملحق(ز) فاعلية الأسعار للمحركات الكهربائية.

جدول (٨-٢) اقل كفاءة مقبولة للمحركات الكهربائية
ذات التيار التأثيرى ثلاثية الأوجه ذات السرعة الواحدة عند الحمل الكامل

المخرج المقنن لقدرة المحرك (ق) (ك وات)	أقل كفاءة مقبولة عند الحمل الكامل (%)
٠,٤	٧٢
٠,٨	٧٨
١	٨٢
٢	٨٢,٥
٣	٨٣
٤	٨٣,٥
٧,٥ > ق ≥ ٥	٨٤
١٥ > ق ≥ ٧,٥	٨٥,٥
٣٧ > ق ≥ ١٥	٨٨,٥

٨-٣-٢ المقاسات الأكبر للأسلاك

يجب أن تكون القطاعات الاسمية للأسلاك والكابلات طبقاً لما جاء بالكود المصرى للتركيبات الكهربائية بالمبانى مع الأخذ فى الاعتبار قيمة التيار التصميمى، درجة الحرارة المحيطة، نوع الكابل ، نوع عزل الكابل ، طريقة التركيب ، معاملات تجميع الكابلات و حسابات تيارات القصر .

وفى سبيل تحقيق وفر فى الطاقة، فإنه يلزم زيادة مساحة المقطع الاسمى للكابلات النحاسية أحادية الموصل بمقطعين قياسيين أكبر للمقاطع حتى ٤مم^{٢}، وبمقطع قياسى واحد أكبر للمقاطع ٦،١٠مم^{٢} . أما بالنسبة للكابلات متعددة الموصلات (٤ موصل نحاس)، فإنه يتم زيادة مساحة المقطع الاسمى إلى المقطع التالى القياسى الأعلى للكابلات ذات مساحة مقطع ٤، ٦مم^{٢} .

ويوضح البند (٣) بالملحق (ز) تفاصيل عن استخدام كابلات ذات مقاطع قياسية أعلى وفترة استرداد التكاليف الإضافية (Payback Period)، بينما يوضح البند (١١-٣) بالملحق (ز) فاعلية تأثير السعر.

ويوضح البند (٤) بالملحق (ز) المخطط البيانى ومخطط برنامج العمل على الحاسب الآلى لتحديد المقاطع القياسية الإسمية للكابلات والقطاعات الأكبر.

٨-٣-٣ المبانى الكبيرة التى تزيد القدرة الكهربائية المطلوبة لها عن ٣٠٠ ك.ف.أ

تحتاج هذه المبانى إلى متطلبات إضافية محددة فى البند (٥) بالملحق (ز) على النحو التالى:

- متطلبات نظام توزيع القوى الكهربائية بند (٥-١) بالملحق (ز).
- متطلبات اتزان الأحمال (Load Balance) بند (٥-٢) بالملحق (ز) .
- توافقيات (Harmonics) وتيارات التسرب (Leakage Currents) بند(٥-٣) بالملحق (ز).

٨-٤ المتطلبات الإلزامية

- يجب ألا تقل كفاءة المعدات الكهربائية عند الحمل الكامل عن القيم المحددة فى هذا الكود.
- يجب ألا تتعدى كثافة القدرة الكلية للمبنى ٢٥ ف.أ/ م^{٢} .

الباب التاسع

الأداء الكلى للمبنى

٩-١ عام

يحقق التصميم المقترح متطلبات الكود إذا كان الاستهلاك السنوى للطاقة طبقاً للبند(٩-٣) لا يزيد عن استهلاك التصميم المرجعى المذكور فى البند(٩-٤) والذى يحاكى مبنى افتراضى يتطابق مع التصميم المقترح بأكمله ويحقق التوافق مع الكود بأحد المسارين : المسار التوصيفى أو مسار التبادل المتكافئ.

٩-٢ الإجراءات المطلوبة لتحقيق الكود

يجب تطبيق الفقرات من (٩-٢-١) إلى (٩-٢-٧) فى تحديد الأداء الكلى للتصميم المقترح والتصميم المرجعى.

٩-٢-١ تحليل الطاقة

يجب أن يقدر الاستهلاك السنوى للطاقة لكل من التصميم المقترح والتصميم المرجعى لمدة عام كامل (٨٧٦٠ ساعة) باستخدام نفس أسلوب محاكاة تحليل الطاقة .

٩-٢-٢ البيانات المناخية

يجب أن تشمل البيانات المناخية المستخدمة فى تحليل الطاقة البيانات الساعية المتزامنة لكل من درجة الحرارة، الإشعاع الشمسى، الرطوبة النسبية وسرعة الرياح بالنسبة لموقع المبنى وذلك لمدة عام كامل .

٩-٢-٣ أسعار الطاقة

يجب أن تقدر تكاليف الطاقة السنوية باستعمال شرائح أسعار الطاقة المعلنة من قبل شركات توزيع الطاقة.

٩-٢-٤ الطاقة المتجددة

يجب أن تعامل الطاقة المتجددة المجمعة من خارج الموقع نفس معاملة الطاقة المشتراة من مصادر الطاقة وتسعر كما هو الحال فى الطاقة المباعة، كما يجب أن تُستبعد الطاقة

المستخرجة من مصادر الطاقة المتجددة المجمعة داخل الموقع من تكلفة الطاقة السنوية للتصميم المقترح. ويجب أن يُحدد تحليل وأداء أى نظام للطاقة المتجددة طبقاً لمعايير الأداء الهندسى بالطرق المعتمدة .

٩-٢-٥ تشغيل المبنى

يجب أن تتم عملية محاكاة تشغيل المبنى لمدة عام كامل ويجب أن يتضمن البرنامج السنوى للتشغيل توصيفاً ساعياً للتشغيل اليومى والموسمى، كما يجب أن يتم تمثيل الأوقات المختلفة للإشغال والإضاءة والأحمال المتوقعة والدرجات المحددة لأنظمة الحرارة والتهوية الطبيعية وأجهزة تكييف الهواء واستخدامات المياه الساخنة وأية أحمال أخرى متوقعة.

٩-٢-٦ الأحمال المحسوبة

عند حساب الأداء الكلى للمبنى يجب أن يشمل تقدير أحمال الطاقة المستهلكة فى نظم التسخين والتبريد و التهوية والإضاءة والأحمال الداخلية التى تزيد عن ١٠ وات/ م^{٢} من مسطح الفراغ، ويستثنى من ذلك أحمال أنظمة الطوارئ.

٩-٢-٧ الإضاءة الخارجية

يجب أن تتطابق أحمال الإضاءة الخارجية للتصميم المقترح مع نظيراتها بالتصميم المرجعى.

٩-٣ تحديد تكاليف الطاقة للتصميم المقترح

يجب محاكاة أحمال ونظم المبنى المقترح بما يتفق مع الفقرتين (٩-٣-١)،(٩-٣-٢).

٩-٣-١ معدات تكييف الهواء والتهوية وتسخين المياه

يجب إجراء المحاكاة على معدات تكييف الهواء والتهوية وتسخين المياه للتصميم المقترح، وذلك باستخدام البيانات المتعلقة بالسعة والكفاءة المقننة وأداء التحميل الجزئى للمعدة المقترحة كما ورد ببيانات المُصنع والمعتمدة من جهة الاختصاص.

٩-٣-٢ خصائص عناصر المبنى غير المحددة بمستندات الترخيص

فى حالة عدم ذكر أى من خصائص المبنى التصميمية بمستندات الترخيص ، يجب افتراض الأداء الحرارى لها بما يتوافق مع الخصائص المستخدمة فى الحسابات الواردة بالبند(٩-٤).

٩-٤ حساب تكلفة الطاقة للتصميم المرجعى

يجب تطبيق ما جاء بالفقرات (٩-٤-١) إلى (٩-٤-٧) فى حساب التكلفة السنوية للطاقة للتصميم المرجعى.

٩-٤-١ كفاءة المعدات

يجب أن تحقق المعدات والنظم المستخدمة للتكييف والتبريد والتهوية وتسخين المياه الحد الأدنى للكفاءة المذكورة فى الأبواب من الرابع إلى الثامن من هذا الكود.

٩-٤-٢ قدرة نظم التكييف والتبريد والتهوية

يجب ألا يقل عدد الساعات التى لا تتحقق فيها الظروف المطلوبة للتكييف والتبريد والتهوية فى النموذج المرجعى عن نظيراتها فى التصميم المقترح، كما يجب ألا تزيد معاملات الأمان فى قدرات التشغيل للنموذج المرجعى عن ما هو محقق فى التصميم المقترح.

٩-٤-٣ الغلاف

يجب أن يتوافق الأداء الحرارى للغلاف الخارجى للتصميم المرجعى مع متطلبات الباب الثالث.

٩-٤-٤ تطابق الخصائص

يجب أن يتطابق التصميم المقترح مع التصميم المرجعى من حيث توزيع مناطق التبريد و توجيه كل من عناصر المبنى و عدد الطوابق ومجموع مسطحاتها وتستثنى التعديلات الواردة بالفقرتين(٩-٤-٥)،(٩-٤-٦).

استثناء : يجب استبعاد عناصر التظليل الخارجى الثابتة والمتحركة للنوافذ والأبواب الزجاجية من النموذج المرجعى.

٩-٤-٥ مسطح النوافذ

يجب أن تتوافق مسطحات النوافذ فى التصميم المقترح مع نظيراتها فى التصميم المرجعى على ألا يتجاوز التفاوت فى المسطحات بينهما عن ٣,٥ % من مسطح الحائط الخارجى، مع مراعاة التوزيع المنتظم للنوافذ على كل واجهات المبنى.

٩-٤-٦ مسطح فتحات الإضاءة العلوية

يجب أن تتساوى مسطحات فتحات الإضاءة العلوية فى التصميم المقترح مع نظيراتها فى التصميم المرجعى وبما لا يزيد عن ٣% من المسطح الكلى للسقف.

٩-٤-٧ الإضاءة الداخلية

يجب ألا تزيد كثافة القدرة الكهربية للإضاءة الداخلية فى التصميم المقترح عن القيم الموصى بها فى الجدول (٧-٣) .

٩-٥ المستندات

يجب إعداد المستندات الخاصة بتحليل الطاقة بواسطة مصمم متخصص معتمد وفى إطار القوانين والتشريعات المعمول بها، ويجب تقديم المستندات طبقاً لما هو مذكور فى الفقرات من (٩-٥-١) إلى (٩-٥-٤).

٩-٥-١ معطيات المبنى ذات العلاقة بالطاقة

يجب تقديم قائمة بالمعطيات ذات العلاقة بالطاقة التى يشملها التصميم المقترح والتى على أساسها تتم المقارنة مع التصميم المرجعى، ويجب أن تشمل هذه القائمة المعطيات المختلفة عن تلك الواردة بالتصميم المرجعى المذكور بالبند (٩-٤).

٩-٥-٢ تقارير المدخلات والمخرجات

يجب أن تشمل التقارير كل ما يتعلق بالبيانات المدخلة والمخرجة لنموذج المحاكاة ويشمل تقرير المخرجات كل من : الطاقة الكلية المستهلكة ونوعية الطاقة المستهلكة والغرض المستخدمة فيه وعدد الساعات التى فشلت أجهزة التكييف خلالها فى تحقيق الظروف المطلوبة وأى رسائل تحذيرية مصاحبة للمحاكاة.

٩-٥-٣ التفسيرات

يجب تقديم شرح وتفسير مكتوب لأى رسائل تحذيرية تظهر فى تقرير مخرجات برنامج المحاكاة.

٩-٥-٤ الاستهلاك السنوى للطاقة وتكلفته

يجب أن يذكر بوضوح الاستهلاك السنوى للطاقة وتكلفته لكل مصدر طاقة على حدة، لكل من النموذج المرجعى والتصميم المقترح.

الباب العاشر

المصطلحات والتعاريف

مرتبة أبجدياً باللغة العربية

أجهزة وتوصيلات القياس **Metering**

أجهزة وتركيبات متصلة بها، صممت لقياس وتسجيل وإيضاح أو قراءة وبيان قيم استهلاك الطاقة الكهربائية خلال فترة زمنية معينة.

إضاءة الهدف **Task Lighting**

نوع من الإضاءة الغرض منه إضاءة هدف معين مثل منضدة القراءة أو الطهى

إضاءة منخفضة الجهد **Low Voltage Lighting**

نظام إضاءه يغذى بجهد أقل من ٥٠ فولت.

الإشعاع الشمسى غير المباشر أو المشتت **Diffuse Solar Radiation**

كمية الإشعاع الشمسى الذى يصل إلى سطح المبنى من السماء نتيجة لتعرضه لعديد من الإنكسارات.

الإشعاع الشمسى المباشر **Direct Solar Radiation**

كمية الإشعاع الشمسى الذى يصل مباشرة من الشمس إلى أى واجهة من واجهات الغلاف الخارجى للمبنى دون أن يعانى أى إنكسار أو إمتصاص أو تشتت.

الإضاءة الأرضية للمبنى **Building Ground Lighting**

الإضاءة المتوفرة لخدمات المبانى كالجراجات وأماكن الجلوس والطرق والممرات والأماكن المغلقة وللأغراض الأمنية .

الإضاءة العامة **General Lighting**

إضاءة البيئة المحيطة للهدف المرئي والذى يعطى مناسيب شدة الإضاءة خلال المساحة المضاءة بهذا النوع.

الانتقالية الحرارية الكلية للحوائط أو الأسقف **Thermal Transmittance(U_o-Value)**

متوسط الانتقالية الحرارية لمجموع الأجزاء المعتمة من الحوائط والفتحات لجميع الواجهات بما فيها الارضيات المعرضة (للجراجات) والحوائط والفتحات التى تطل على مناور وأرضيات البروزات للمبنى إن وجدت. أما بالنسبة للأسقف المعرضة فتحسب على أساس متوسط الإنتقالية الحرارية للأجزاء المعتمه من السقف وفتحات الإضاءة العلوية إن وجدت، إنظر ملحق (ج).

الانتقالية الحرارية للعنصر الإنشائى **Thermal Transmittance(U-Value)**

كمية الحرارة المارة عمودياً خلال وحدة المساحات من عنصر إنشائى عندما يوجد فرق بين درجتى حرارة الهواء الملامس لسطحى العنصر مقداره الوحدة ووحدتها وات/م^2.

البهر **Glare**

الشعور بالانزعاج الناتج عن التصوع الزائد فى المجال البصرى والذى لا تستطيع العين أن تتكيف معه لحظيا مما يسبب إنزعاج أو إرهاق العين أو إعاقة الرؤية

التبريد **Cool Down**

إنخفاض فى درجة حرارة الفراغ المعمارى الى درجة أقل من درجة حرارة الهواء الخارجى بعد فترة من التشغيل أو الغلق.

التحكم الأمثل فى بدء التشغيل **Optimum Start Control**

وسائل تحكم أوتوماتيكية صممت لضبط توقيتات بدء تشغيل نظم التكييف للوصول بدرجة حرارة الهواء الداخلى إلى المستوى المطلوب ، وذلك قبل بدء إشغال الفراغ مباشرة .

التحكم بالإحساس بضوء النهار **Daylight Sensing Control**

الوسيلة التى تنظم فصل او وصل المصابيح الكهربائية للاستفادة من الإضاءة الطبيعية المباشرة والغير مباشرة لتستمر شدة الإضاءة المطلوبة كما هي فى مكان العمل.

التركيبات **Installation**

تركيبات الأسلاك والمعدات الموصلة بها أو المزمع توصيلها .

التسرب **Infiltration**

إنتقال الهواء خلال الغلاف الخارجى دون تحكم نتيجة لتسرب الهواء من الشروخ أو من حول الشبابيك والأبواب نتيجة فرق ضغط الرياح أو نتيجة وجود فروق فى درجات الحرارة بين الداخل والخارج .

التهوية **Ventilation**

عملية إمداد المبنى بالهواء أو تفريغه منه بواسطة طرق طبيعية أو ميكانيكية ولا يشترط أن يكون الهواء مكيفاً .

التوافقيات **Harmonics**

الجهود والتيارات عند ترددات بخلاف ٥٠ هرتز والتى تسبب تسخين أو تأثيرات ضارة على أداء نظم التوزيع والدوائر الكهربائية.

التوجيه **Orientation**

العلاقة بين إتجاه الواجهة الرئيسيه للمبنى بالنسبة للجهات الجغرافية الأصلية.

الجزء المعتم **Opaque Part**

يقصد به أى جزء من الحوائط أو الأسقف لا ينفذ منه الضوء .

الراحة الحرارية للإنسان **Human Thermal Comfort**

شعور الإنسان بالرضا التام عن بيئته الحرارية المحيطة (داخل الفراغات المعمارية) وتختلف حدودها حسب الشخص والمكان والفصول المناخية.

Candel الشمعة

الوحدة الأساسية لقياس كثافة الاستضاءة من مصدر للضوء يشع واحد لومن لكل وحدة زاوية نصف قطرية مجسمة

Diffuse Light الضوء المشتت

الإشعاعات المرئية والتى تستقبل من السماء على السطح وتحتوى على الإضاءة المحيطة والخلفية والأفقية .

Energy الطاقة

القدرة على القيام بعمل ، تأخذ عدة أشكال ويمكن تحويلها من شكل لآخر مثل الحرارة ، الطاقة الميكانيكية والكهربائية وهى حاصل ضرب القدرة × الزمن.

Demand الطلب

أقصي قيمة للقدرة الكهربائية التي يتم استهلاكها في مبني أو مهمة معينة (كيلو وات).

Climatic Conditions العوامل المناخية

الطاقة الشمسية الكلية ، درجات حرارة الهواء الجافة والرطبة، الرطوبة النسبية ، سرعة الهواء وإتجاهة ، ضغط بخار الماء ، صفاء الجو ، الأمطار . وجميع الظواهر الطبيعية المتوقع حدوثها فى منطقة ما .

Building Envelope الغلاف الخارجى للمبنى

مجموع الحوائط والفتحات والأسقف والأرضيات المعرضة للظروف المناخية الخارجية ويشمل الأرضيات المعرضة فى الجراجات والحوائط والفتحات التى تطل على المناور وأرضيات الشرفات إن كانت جزءاً من غرفه.

Efficiency الكفاءة

تقييم أداء فى إطار ظروف محددة، وهى النسبة بين قدرة الخرج إلى قدرة الدخل.

الفتحة **Fenestration**

أى جزء منفذ للضوء من خلال غلاف المبنى ويشمل الأجزاء الشفافة (زجاج أو بلاستيك أو أى مادة شفافة أخرى) والإطارات الخاصة بها.

الفراغ المضاء بضوء النهار **Daylighted Space**

الفراغ المحدد بالمستوى الرأسي الذى يمتد من حدود المساحة المضاءة بضوء النهار فوق الأرض حتى السقف .

الفراغ المكيف **Conditioned Space**

الفراغ المبرد أو المسخن ميكانيكياً أو المعالج هواؤه حرارياً .

الفيض الضوئى المقنن للمصباح **Lamp Lumens Rated**

الفيض الضوئى المنبعث من المصباح ويعتبر أحد خصائص المصباح التى يذكرها المصنع المنتج له ووحدته لومن (Lumen) .

القدرة الكلية المسموح بها للإضاءة **Total Lighting Power Allowance**

القدرة الكهربية الكلية المسموح بها لإضاءة فراغ داخلى أو خارجى فى المبنى.

القدرة المقننة للمصباح **Lamp Wattage Rated**

القدرة الكهربية المستهلكة فى المصباح بدون القدرة المستهلكة فى الكابح وهى أحد المعطيات الفنية من المصنع المنتج له ووحدتها الوات.

الكفاءة **Efficacy (Efficiency)**

مقياس نسبة الفيض الضوئى المنبعث من وحدة الإضاءة الى القدرة الكهربية المستهلكة فى الوحدة (لومن/وات).

الكفاءة الإسمية للمحرك **Nominal Motor Efficiency**

القيمة المتوسطة لكفاءة مجموعة كبيرة من المحركات ذات نفس القدرة و من إنتاج نفس المصنع عند تشغيلها على حملها المقنن و تغذيتها على جهدها المقنن، و هي قيمة الكفاءة التي تظهر على بطاقة بيانات المحرك.

المادة العازلة للحرارة **Thermal Insulating Material**

كل مادة طبيعية أو صناعية لها موصلية حرارية لا تتعدى قيمتها ٠,٢ وات /م.س° .

المبانى المكيفة **Conditioned Buildings**

كل مبنى يستخدم نظام تكييف ميكانيكى للوصول إلى حدود الراحة الحرارية للإنسان ويعتبر المبنى من المبانى المكيفة إذا استخدمت الوسائل الميكانيكية فى جزء منه أو فيه كلياً، وحتى إن استخدمت هذه الوسائل فى التبريد فقط.

المبانى غير المكيفة **Non-Conditioned Buildings**

المبانى التى تعتمد فى تبريدها على التهوية الطبيعية والنظم السلبية للتواؤم مع البيئة الحرارية المحيطة ويمكن استخدام التهوية القسريه بها (المراوح).

المساحة المضاءة طبيعياً **Daylighted Area**

المساحة المجاورة لفتحة رأسية أو شباك ولها أبعاد أفقية تمتد فى الفراغ

المسطح المكيف **Conditioned Floor Area**

مسطح الفراغ المكيف مقاساً على مستوى الأرضية من الحدود الداخلية للحوائط .

المعامل الشمسى للسطح الخارجى **Solar Factor (SF)**

متوسط كمية الإشعاع الشمسى الساقط على هذا السطح ، ويشمل الإشعاع الشمسى المباشر والمشتت.

المعدل الساعى لتغيير الهواء **Air Change Per Hour (ACH)**

عدد مرات تغيير الهواء (أو تدويره) داخل الفراغ المعمارى فى الساعه الواحده بهواء خارجى (أو بهواء الفراغ) .

المقاومة الحرارية **Thermal Resistance (R)**

المقاومة للحرارة المارة عمودياً خلال مسطح متر مربع واحد من العنصر الإنشائى المركب تحت تأثير فرق فى درجات الحرارة مقداره الوحدة بين درجة حرارة الهواء داخل وخارج العنصر الإنشائى ، ووحداتها (م^{2}. س^{o} /وات) ($m^2.C^o/W$).

المناخ **Climate**

معدل الطقس فى منطقة ما لفترة زمنية لا تقل عن ١٠ سنوات.

الموصلية الحرارية **Thermal Conductivity (K) ($W/m.C^o$)**

كمية الحرارة المارة عمودياً خلال وحدة التخانات لعنصر إنشائى عندما يوجد فرق فى درجة الحرارة بين سطحيه مقداره الوحدة ، ووحداتها (وات/م.س^{o})

قيمة الناقلية الحرارية للحوائط أو الأسقف

Overall Thermal Transfer Value (W/m^2) (OTTV)

أقصى كميه حرارة ينقلها الغلاف الخارجى من الخارج إلى الداخل بالتوصيل والإشعاع خلال الأجزاء المعتمه والشفافة المكونة للغلاف الخارجى فى المبانى المكيفة خلال فصل الصيف وتتأثر قيمتها بنسبه مساحة الفتحات إلى مساحه الواجهات وإستخدام المواد العازله للحرارة فى الأجزاء المعتمه وأيضاً وسائل الإظلال الخارجية وتعين لكل من الحوائط والأسقف على حده ، ووحداتها (وات/م^{2}).

النظام **System**

مجموعة معدات وأجهزة مكملة (وسائل تحكم وملحقات) يتم من خلالها تحويل الطاقة بغرض القيام بوظيفة محددة مثل التكييف أو تسخين الماء أو الإضاءة .

تثليج ميكانيكى **Mechanical Refrigeration**

خفض حرارة غاز أو سائل باستخدام البخار المضغوط ، الامتصاص أو التكثيف مع استخدام التبريد بالتبخير أو أية وسيلة ذات دورة طاقة حرارية ديناميكية .

تراجع **Setback**

خفض التدفئة (خفض درجة الثرموستات) أو التبريد (زيادة درجة الثرموستات) فى الساعات التى لا يستخدم فيها المبنى أو تنخفض فيها درجات الإشغال بصورة كبيرة .

تركيبات كهربائية **Electrical Installation**

مجموعة مؤتلفة من الأسلاك والمعدات المتصلة والمتناسقة أو تجهز للتوصيل معا للوفاء بالأغراض المطلوبة .

تكييف الهواء للراحة **Air Conditioning, Comfort**

عمليات معالجة الهواء للتحكم فى درجة الحرارة والرطوبة النسبية ودرجة النقاء وتوزيعه فى الفراغ الداخلى بما يحقق الراحة الحرارية لشاغلى الحيز المكيف ــ معظم المكيفات يمكنها أداء جميع هذه المتطلبات.

مكيف هواء الحجرة **Room Air Conditioner**

جهاز يصمم ليعطى هواء مكيف للفراغ أو الحجرة ويتضمن مصدر تثليج للتبريد والتخلص من الرطوبة وتنقية الهواء وقد يحتوى أيضاً على وسائل تهوية وتدفئة .

تيار زائد **Overcurrent**

أي تيار تزيد قيمته عن قيمة التيار المقنن للمعدة أو الموصل، و ينتج إما عن زيادة الحمل أو قصر فى الدائرة أو خطأ الأرضى .

ثرموستات **Thermostat**

جهاز للتحكم الأوتوماتيكى لتثبيت درجة الحرارة ويمكن ضبط الدرجة التى يتم التحكم عندها .

جهاز تحكم ذاتى التشغيل **Automatic Control Device**

جهاز قادر على التحكم تلقائياً بدون تدخل يدوى.

جهد اسمي **Nominal Voltage**

جهد تصمم على أساسه التركيبات الكهربائية أو جزء منها. و في حالة التيار المتردد يكون الجهد الإسمي جذر متوسط المربعات (Root-Mean-Square or r.m.s value).

حرارة ــ تدفئة ــ تسخين **Heat**

نوع من الطاقة يحول عن طريق فروق درجات الحرارة أو تغير فى حالة المادة.

خافض شدة الإضاءة **Dimmer**

وسيلة كهربية للتحكم فى شدة الاستضاءة

دائرة تغذية **Feeder Circuit**

دائرة تقوم بتغذية الأجهزة من لوحة التوزيع الرئيسية منخفضة الجهد

دائرة رئيسية **Main Circuit**

أول جزء في نظام التوزيع في المبني و تقوم بتوصيل الطاقة الكهربائية من مصدر تغذية المبني (محول التوزيع في حالة المبني ذي الأحمال الكبيرة) إلى لوحة التوزيع الرئيسية ذات الجهد المنخفض، و تكون تلك الدائرة ثلاثية الأطوار للمبني ذو الأحمال الكبيرة.

دائرة فرعية **Branch or Sub-Main Circuit**

جزء من نظام التوزيع، عبارة عن دائرة كهربائية (ثلاثية الأطوار أو أحادية الطور) لنقل الطاقة الكهربائية من لوحة التوزيع الرئيسية إلى إحدى اللوحات الفرعية ، أو من لوحة التوزيع الرئيسية إلى مجموعة لوحات توزيع منفردة عن طريق صواعد تغذية للأدوار المختلفة في المبني، أو من لوحة التوزيع الرئيسية إلى حمل منفرد ذي قدرة كبيرة، و تسمي في هذه الحالة دائرة تغذية.

دائرة كهربائية **Electric Circuit**

خط التغذية المتواصل و المكون من أسلاك أو كابلات لتغذية عدد من المعدات والتجهيزات الكهربائية وتكون الدائرة ذات وقاية مستقلة ضد زيادة التيار بنبيطة وقاية

أو أكثر. وتتكون الدائرة الكهربائية إما من موصلين (تسمي دائرة أحادية الطور) أو ثلاثة أسلاك (تسمي دائرة ثلاثية الأطوار) و ذلك لنقل الطاقة الكهربية من موقع إلى آخر، أو لتشكيل ملفات آلة كهربائية (مولد أو محرك) أو محول.

دائرة كهربائية نهائية **Final Electric Circuit**

دائرة في نهاية نظام التوزيع في المبني لتوصيل الطاقة الكهربائية من إحدى اللوحات الفرعية مباشرة إلى الأجهزة و المعدات المستخدمة للتيار الكهربائي أو إلى مخرج مقبس (بريزة) أو بمجموعة مخارج مقابس أو أي نقط مخارج لتغذية مثل هذه المعدات. و تسمي الأسلاك التي تربط الأجهزة بلوحة قواطع الدوائر الفرعية بموصلات التغذية (Feeder Conductors) وتكون هذه الدائرة إما ثلاثية الأطوار أو أحادية الطور طبقاً لطبيعة الجهاز أو المخرج التي توصل إليه.

درجة التبريد التصميمية **Cooling Design Temperature**

درجة الحرارة التى يتم تحديدها من قبل مستخدم أنظمة التبريد والتكييف لتجعل المعدات تعمل تلقائياً للوصول لهذه الدرجة داخل الفراغ المكيف .

درجة التدفئة التصميمية **Heating Design Temperature**

درجة الحرارة الخارجية للهواء الجاف لتحديد سعة نظم التسخين وتساوى درجة الحرارة التى يتم تجاوزها على الأقل ٩٩% من عدد الساعات خلال موسم التدفئة (ديسمبر وحتى فبراير فى نصف الكرة الشمالى) فى مناخ معتاد.

درجة الحرارة التصميمية **Design Temperature**

درجة حرارة الهواء الجاف الخارجى اللازمة التى تصمم على أساسها أجهزة التبريد وتساوى درجة الحرارة المسجلة من البيانات المناخية بحيث لا تزيد حيود هذه الدرجة عن ٢,٥% من القيمة العظمى خلال أشهر الصيف.

درجة الحرارة الرطبة التصميمية **Design Wet- Bulb Temperature**

متوسط درجات حرارة الهواء الرطب الخارجى المسجلة من البيانات المناخية وتستخدم فى تصميم نظم التبريد.

درجة حرارة يوم تبريد **Cooling Degree Day (CDD)**

مجموع الفروق الساعية فى اليوم بين درجات حرارة الهواء الخارجى الجاف التى تزيد عن ٢٥س° كدرجة أساس خلال الفترة الساخنة والتى تحتاج إلى تبريد .

درجة حرارة يوم تدفئه **Heating Degree Day (HDD)**

مجموع الفروق الساعية فى اليوم بين درجات حرارة الهواء الخارجى الجاف الأقل من ١٨,٣ س° كدرجة حرارة أساس خلال الفترة الباردة والتى تحتاج إلى تسخين.

درجة ضبط الجهاز **Set point**

درجة يتحدد عندها درجة الحرارة المرغوب فيها بالدرجة المئوية والتى عندها تبدأ التدفئة أو التبريد.

ذاتى التشغيل **Automatic**

تحكم ذاتى يعمل بمنظومة خاصة دون تدخل من أفراد ولكن استجابة لمؤثر خارجى مثل شدة التيار الكهربائى، الضغط، درجة الحرارة أو أية مؤثرات ميكانيكية أو كهربائية.

زاوية ارتفاع الشمس **Solar Altitude Angle**

الزاوية المحصورة بين شعاع الشمس الساقط على المستوى الافقى ومسقطه فى المستوى الأفقى .

سعة حمل التيار للموصل **Current Carrying Capacity of a Conductor**

أقصي قيمة للتيار يمكن أن يحملها الموصل في حالة الاستقرار في ظروف محددة بدون أن تتعدى درجة حرارته قيمة معينة لا تضر بالموصل أو العزل المحيط به.

غلاف وحدة الإضاءة **Fixture**

جزء من مكونات وحدة الإضاءة والذى يحوى بقية المكونات مثل المصابيح والكابح وأماكن التثبيت وهو يقى مكونات وحدة الإضاءة كما يقوم بتوزيع شدة الاستضاءة .

Boiler

غلاية

وعاء يستخدم لتسخين المياه أو لتوليد البخار للأغراض المختلفة.

Skylight

فتحات الإضاءة العلوية

فتحة زجاجية أفقية أو مائلة حيث تكون زاوية ميل الزجاج على الأفقى أقل من ٦٠ درجة.

Boiler Capacity

قدرة الغلاية

كمية البخار الناتج بالكيلوجرام لكل ساعة عند أعلى كفاءة حرارية.

Rated Power

قدرة مقننة

القدرة التي يستهلكها الجهاز عند تشغيله عند حمله الكامل و على جهده المقنن، و هى قيمة القدرة التي تظهر على بطاقة بيانات الجهاز ووحداتها الوات.

Rated Motor Power

قدرة مقننة للمحرك

قدرة خرج المحرك عند تشغيله عند حمله الكامل و على جهده المقنن و في نفس الظروف التي تم تصميمه على أساسها، و هي تمثل القيمة المتوسطة لمجموعة كبيرة من المحركات في نفس المصنع لنفس التصميم و نفس القدرة، و هي قيمة القدرة التي تظهر على بطاقة بيانات المحرك.

Electronic Ballast

كابح التيار الإلكتروني

دائرة كهربية الكترونية تستخدم لبدء تشغيل المصباح وتنظيم الجهد والتيار

Ballast

كابح التيار

جهاز يقوم بتحويل الطاقة الكهربائية لمصابيح الفلورست أو مصابيح بخار الزئبق أو الصوديوم عالى أو منخفض الضغط أو الهاليد المعدنى وذلك لأعطاء القدرة اللازمة لبدء تشغيل المصباح وتنظيم كل من الجهد والتيار والتعاقب الطورى أثناء التشغيل .

كثافة القدرة الكهربية للإضاءة **Lighting Power Density**

القدرة الكهربية لكل وحدة مساحات ووحدتها وات /م^{2} وهى تختلف مع نوعيات الفراغات ووظيفتها فى المبانى .

كفاءة المصباح **Lamp Efficacy**

النسبة بين كمية الفيض الضوئى الصادر من المصباح والقدرة الكهربية المستهلكة فى المصباح ووحدتها لومن / وات .

أدنى كفاءة للمحرك **Minimum Motor Efficiency**

القيمة الصغرى لكفاءة أي محرك في مجموعة كبيرة من المحركات من نفس القدرة و إنتاج نفس المصنع و تحت نفس ظروف تشغيلها على حملها الكامل.

لكس **Lux**

وحدة لقياس شدة الإستضاءة وتقاس بكمية فيض ضوئى قدرة لومن واحد يسقط عمودياً على سطح مساحته متر مربع.

لومن **Lumen**

وحدة الفيض الضوئى المنبعث من جسم مضئ شدته ١ شمعة من خلال زاوية مجسمة مقدارها الوحدة .

محول التيار **Current Transformer**

محول يقوم بتحويل التيارات الكبيرة المارة في الدائرة الكهربائية إلى قيمة صغيرة (بنسبة تحويل محددة) لأغراض القياس أو الوقاية.

محول الجهد **Potential Transformer**

محول يقوم بتحويل الجهود الكبيرة في الدائرة الكهربائية إلى قيمة صغيرة (بنسبة تحويل محددة) لأغراض القياس أو الوقاية.

Distribution Transformer **محول توزيع**

محول قدره يستخدم لخفض الجهد المتوسط على ملفاته الابتدائية إلى الجهد المنخفض على ملفاته الثانوية، و يتميز بصغر الفقد نظراً لتسليط الجهد المتوسط على ملفاته الابتدائية باستمرار.

Dry Type Transformer **محول جاف**

محول يكون فيه القلب المغناطيسي والملفات في وسط غازي، أو يصب حولها مادة عازلة متصلبة، و يستعمل هذا النوع في الأماكن التي يخشى عليها من أخطار الحريق.

Liquid Immersed Transformer **محول مغمور في سائل عازل**

محول يكون فيه القلب المغناطيسي و الملفات مغمورة في سائل عازل (غالباً ما يكون زيت عازل).

Single Line Diagram **مخطط أحادي**

رسم مبسط يمثل الدوائر الكهربائية (من محولات ولوحات توزيع و كابلات و توصيلات) ثلاثية الأطوار المتماثلة في نظام التوزيع في المبني (أو جزء منه) بواسطة خط وحيد يشير إلى طور واحد.

Area of the Space **مسطح الفراغ**

المساحة الأفقية المقاسة من الحدود الداخلية للحوائط والقواطيع وعلى ارتفاع سطح العمل.

Coefficient of Performance (COP), Cooling **معامل الأداء ــ التبريد**

قدرة التبريد بالكيلو وات لكل وحدة قدرة ميكانيكية مدخلة.

معامل الأداء ــ مضخة حرارة ــ التسخين
Coefficient of Performance (COP), Heat Pump - Heating

قدرة التسخين بالكيلو وات لكل وحدة قدرة ميكانيكية مدخلة.

معامل الأداء للتدفئة الموسمية

Heating Seasonal Performance Factor (HSPF)

إجمالى ناتج الحرارة المولدة من مضخة حرارة خلال إستخدامها السنوى المعتاد مقسوماً على إجمالى الطاقة الكهربائية المستخدمة خلال نفس الفترة .

معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للزجاج Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)

النسبة بين كمية الأشعاع الشمسى النافذ من الزجاج مضافه إليها كمية الحرارة المفقـودة من السطح الداخلى للزجاج بالحمل والأشعاع الحرارى إلى كمية الإشعاع الشمسى الساقطة على سطح الزجاج ، ويمكن تعيينها بالنسبة للزجاج والإطارات معا.

معامل البهر Glare Index

درجة البهر الذى يسببه مصدر الإضاءة والذى يعتمد على العلاقة بين الضوء من المصدر والإضاءة الجانبية

معامل امتصاص الأشعة الشمسية Solar Absorptivity Coefficient

نسبة كمية الأشعة الشمسية الممتصة لسطح ما إلى كمية الأشعة الشمسية الساقطة عليه.

معامل التوجيه الشمسى Solar Orientation Factor (CF)

يعرف معامل التوجيه الشمسى بالنسبة للفتحات فى المبنى بأنه إتجاه الفتحه الجغرافى فى المبنى.

معامل شفافيه الزجاج Shading Coefficient (SC)

النسبة بين كمية الإشعاع الشمسى التى تنفذ من الزجاج إلى كمية الإشعاع الشمسى التـى تنفذ من زجاج شفاف مفرد تخانته ٣ مم $\left(SC = \frac{SHGC}{0.87} \right)$

موصل التعادل Neutral Conductor

خط الرجوع المشترك للتيار أو تيارات الأطوار الثلاثة في حالة عدم تماثلها أو في حالة تواجد التوافقيات الأحادية من الدرجة الثالثة فأكثر. و يعتبر ذلك الموصل هو الخط الرابع في

النظام ثلاثي الأطوار ذي الأربعة موصلات أو الخط المتوسط في النظام أحادي الطور ذي الثلاثة موصلات أو في التيار المستمر ذي الثلاثة موصلات، و قد يكون متصلاً بالأرض عند مصدر التغذية.

موصل تأريض **Earthing Conductor**

موصل وقاية يربط طرف التأريض الرئيسي لمنشأة بقطب أرضي أو إلى وسائل تأريض أخري. و يعتبر ذلك الموصل هو الخط الخامس في النظام ثلاثي الأطوار ذي الخمسة موصلات، و هو خط في دائرة التوزيع ذات الجهد المنخفض لتوصيل نقاط الأرضي في الأجهزة و المعدات إلى نقطة التأريض في المبني. و لا يستعمل موصل التأريض مع دوائر الجهد شديد الانخفاض.

نسبة التشويه الكلي للتوافقيات **Total Harmonic Distortion**

النسبة بين جذر متوسط المربعات لمجموعة جهود أو تيارات التوافقيات و جذر متوسط المربعات لما يقابلها من المركبة ذات تردد ٥٠ هرتز.

نسبة إظلال الزجاج **Shaded Glass Ratio (SGR)**

نسبة المساحة المظللة من الزجاج إلى مساحة الفتحة الكلية خلال الفترة من ٩ صباحا حتى ٥ مساء يوم ٢١ سبتمبر.

نسبة الفتحات **Window Wall Ratio (WWR)**

النسبة بين مساحة الفتحات فى الواجهات الخارجية الى مساحة الواجهات الخارجية.

نسبة كفاءة الطاقة **Energy Efficiency Ratio (EER)**

نسبة القدرة التبريدية المنتقلة إلى القدرة الكهربائية المبذولة (وات/وات).

نظام الإضاءة **Lighting System**

مجموعة من وحدات الإضاءة يمكن التحكم بها لتحقيق وظيفة معينة

HVAC System **نظام التكييف**

معدات تكييف الهواء مع شبكة توزيع ومخارج تشكل فى مجموعها أو كل على حدة منظومة للتدفئة أو للتهوية أو لتكييف الهواء فى مبنى .

Distribution System in A Building **نظام التوزيع في المبني**

نظام يتكون من عدد من الدوائر الكهربائية ذات الجهد المنخفض منها لوحات كهربائية تحتوي على أجهزة التحكم و الوقاية و القياس، و دوائر لنقل الطاقة الكهربائية بين هذه اللوحات وبعضها، وبين اللوحات و الأحمال الكهربائية في المبني، و يكون نظام التوزيع عادة ثلاثي الأطوار باستثناء بعض الدوائر التي تغذي بعض الأحمال أحادية الطور.

Luminaire **وحدة الإضاءة**

وحدة الإضاءة الكاملة والتى تتكون من مصباح أو عدد من المصابيح توضع معا وتثبت داخل غلاف الوحدة لتوزيع الإضاءة وحماية المصابيح

Absorption systems **وحدات الامتصاص**

هى وحدات للتبريد أو التدفئة تعمل بخاصية الامتصاص وتستخدم نوعيات مخصوصة من مائع التبريد حيث يعتمد التبريد فيها على توافر مصدر للتسخين.

ملحق (أ – ١)

الظروف المناخية التصميمية للمبانى ببعض المدن المصرية

المدينة	الموقع			الصيف				الشتاء			
	خط الطول (شرقاً) درجة	خط العرض (شمالاً) درجة	الارتفاع(م)	القيم التصميمية لدرجات حرارة الهواء الجاف		العوامل المناخية الخارجية لدرجات حرارة الهواء التصميمية الرطب الخارجية		العوامل المناخية الداخلية		العوامل المناخية الخارجية التصميمية		العوامل المناخية الداخلية التصميمية	
				١ %	٢,٥ %	٥ %	٩٩,٦ %	درجة الحرارة (س°)	الرطوبة النسبية (%)	درجة الحرارة (س°)	الرطوبة النسبية (%)	درجة الحرارة الداخلية التصميمية س°	الرطوبة النسبية (%)
الاسكندرية	٢٩,٩	٣١,٢	٧	٣٩	٣٧	٣٦	٢٧	٢٨	٥٠	٦,٣	٨٠	٢٠	٥٠
القاهرة	٣١	٣٠,١	٧٤	٤١,١	٣٨	٣٧	٢٦	٢٧	٥٠	١٣,٣	٧٠	٢١	٤٠
المنيا	٢٨,١	٣١,٧	٣٧	١٥	١٣	٤١	٢٣	٣٤	٤٠	١٩,٩	٦٠,٨	٢٢	٤٠
أسيوط	٣١	٢٧	٢٩	١٦	١١	٤٢	٢١	٢٢	٤٠	١٣,١	٥٢	٢٢	٤٠
الغردقة	٣٢,٧	٢٧,١	١٤	٣٨	٣٧	٣٦	٢٣	٢٨	٤٠	١٤	٨٠	٢٠	٥٠
قنا	٣٢,١٢	٢٨,٢٣	٢١	٣٨	٣٦	٣٣	٢٢	٢٤	٥٠	١٤	٥٠	٢٢	٥٠
الخارجة	٣٠,٥	٢٥,٥	٧٨	٤٥	٤٠	٣٨	٢١,٨	٢٥	٤٠	١٤	٥٠	٢٢	٤٠
أسوان	٣٢,٨	٢٤,١	١٩٤	٤٦	٤٤	٤٢	٢٣	٢٧	٤٠	١٤,١	٥٢	٢٢	٤٠

ملحق (أ-٢)

خطوات تحقيق توافق العناصر المعتمة مع متطلبات الكود

أ-٢-١ حساب المقاومة الحرارية لعناصر طبقات الحائط أو السقف

يجب حساب قيمة المقاومة الحرارية لكل طبقة من الطبقات المكونة للحائط أو السقف طبقاً لتخانتها والموصلية الحرارية لها ، ويوضح ملحق ب جدول (ب-٦) بعض القيم الاسترشادية للخصائص الفيزيائية والصفات الحرارية لمواد البناء.

أ-٢-٢ حساب قيمة المقاومة الحرارية الكلية للحائط أو السقف

يجب حساب قيمة المقاومة الحرارية الكلية للحائط وذلك بالجمع الجبرى لقيم المقاومة الحرارية لكل طبقة من طبقات الحائط ، مضافاً إليها مجموع قيمتى المقاومة الحرارية للهواء الداخلى والخارجى الملامس للحائط والسقف . (تقريباً ٠,١٧ م^{٢}.س^{o}/وات).

ملحوظة : يمكن الإستعانة بالقيم الموجودة بهامش جداول (٣-١) إلى (٣-١٤) بالنسبة للحوائط شائعة الإستخدام كبديل عن الخطوتين (أ-٢-٢) ، (أ-٢-٣)

أ-٢-٣ تحديد الحد الأدنى للمقاومة الحرارية الكلية المطلوبة للحائط أو السقف

يجب تحديد الحد الأدنى للمقاومة الحرارية الكلية المطلوبة للأسقف والحوائط المعرضة بناء على توجيهها الجغرافى وإمتصاصية سطحها الخارجى للإشعاع الشمسى كما هو موضح بالجداول من (٣-١) إلى (٣-١٤) عمود (٢ ، ٣).

أ-٢-٤ تحقيق الحد الأدنى للمقاومة الحرارية الكلية المطلوبة للحائط أو السقف

يجب مقارنة الحد الأدنى المطلوب فى الفقرة (أ-٢-٤) بالمقاومة الحرارية الكلية المحسوبة للحائط فى الفقرتين (أ-٢-٢) ، (أ-٢-٣).

وفى حالة عدم تحقيق الحد الأدنى المطلوب للمقاومة الحرارية الكلية يجب تحقيق قيمة المقاومة الحرارية المطلوب إضافتها طبقاً للفقرة (أ-٢-٦)

أ-٢-٥ تحقيق قيمة المقاومة الحرارية للعزل الحرارى

يجب إضافة فراغ هوائى أو أحد مواد العزل الحرارى للحائط أو السقف للوصول إلى القيمة المطلوبة للمقاومة الحرارية ويمكن تحقيق ذلك كالتالى :

- طرح قيمة المقاومة الحرارية المحسوبة من الحد الأدنى المطلوب للمقاومة الحرارية الكلية (عمود ٤) فى الجدول المناسب من (٣-١) إلى (٣-١٤) مستعيناً بالأعمدة ٥ ، ٦ ، ٧ مع ملاحظة ما يلى :

- يحدد عمود (٥) قيمة المقاومة الحرارية للعزل الحرارى المطلوب إذا كانت مقاومة مواد الإنشاء والنهو للحائط لا تزيد عن ٠,٤ م^{٢}.س^{٥}/وات.
- يحدد عمود (٦) قيمة المقاومة الحرارية للعزل الحرارى المطلوب إذا كانت مقاومة مواد الإنشاء والنهو للحائط لا تزيد عن ٠,٦ م^{٢}.س^{٥}/وات.
- يحدد عمود (٧) قيمة المقاومة الحرارية للعزل الحرارى المطلوب إذا كانت مقاومة مواد الإنشاء والنهو للحائط لا تزيد عن ٠,٨ م^{٢}.س^{٥}/وات.

أ-٢-٦ تحديد نوع وتخانة المادة العازلة للحرارة

يجب تحديد التخانة من مادة العزل الحرارى لتحقيق القيمة المطلوبة للمقاومة الحرارية تبعاً لنوع المادة العازلة بالخطوات التالية :

- باستخدام هامش الجداول (٣-١) إلى (٣-١٤) بالنسبة للمواد العازلة شائعة الإستخدام.
- باستخدام ملحق (ب) جدول (ب – ٦).
- فى حالة إستخدام مادة عازلة للحرارة غير منصوص عليها بالجداول المذكورة فى الخطوتين السابقتين، فإنه يجب تقديم شهادة معتمدة توضح الخصائص الفيزيائية الحرارية للمادة .

ملحق (أ-٣)

خطوات تحقيق توافق الفتحات الخارجية مع متطلبات الكود

أ-٣-١ تحديد نسبة مساحة الفتحات إلى مساحة الواجهة الكلية WWR

يتم تحديد نسبة مساحة الفتحات بالواجهة بقسمة مجموع مساحة الفتحات بما فيها الزجاج والإطار) على المساحة الكلية للواجهة.

أ-٣-٢ تحديد نمط إظلال الفتحة

يتم اختيار طريقة توافق الفتحة مع متطلبات الكود تبعا لنمط إظلالها، كواحد من الأنماط التالية:

أولا: الفتحات غير المظللة	ثانياً: الفتحات المظللة	ثالثاً: الفتحات المظللة جزئيا
تعتمد الفتحات غير المظللة على الخواص الحرارية والضوئية لزجاج الفتحة وإطارها لتقليل الاكتساب الحرارى الشمسى الواردة بالفقرة (أ-٣-٣) إلى (أ-٣-٥)	هى الفتحات المظللة بوسائل إظلال خارجية بحيث لا يقل معامل إظلال الزجاج الناتج عن استخدام هذه الوسائل عن الحد الأدنى المحدد بالجدول من (٣-١) إلى (٣-١٤)	هى الفتحات المظللة بوسائل إظلال خارجية يقل معامل إظلال الزجاج الناتج عن استخدام هذه الوسائل عن الحد الأدنى المحدد بالجدول من (٣-١) إلى (٣-١٤)
وذلك باتباع الخطوات من (أ-٣-٣) إلى (أ-٣-٥)	وذلك باتباع الخطوات من (أ-٣-٦) إلى (أ-٣-٨)	وذلك باتباع الخطوات من (أ-٣-٩) إلى (أ-٣-١٣)

أ-٣-٣ تحديد قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة (SHGC)

تحدد قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة المقترحه (SHGC) بالاستعانة بجدول (ب-١) ملحق ب ، ما لم تكن هناك قيم معتمدة لمعامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة المقترحة .

أ-٣-٤ تحديد الحد الأقصى المسموح به لمعامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة

يتم تحديد الحد الأقصى المسموح به لمعامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة المقترحة من الجداول (٣-١) إلى (٣-١٤) ، الأعمدة ٨ إلى ١١، وذلك تبعا لتوجيه الفتحة ونسبة مساحتها إلى مساحة الواجهة.

أ-٣-٥ التحقق من توافق معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة مع متطلبات الكود

يتم التحقق من عدم تجاوز قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة (SHGC) الحد الأقصى المسموح به. وإذا زادت قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة عن الحد الأقصى المسموح به، تكون الفتحة غير متوافقة مع متطلبات الكود، ويجب إتباع إحدى الطرق التالية:

- تقليل مساحة الفتحة بحيث تحقق معامل الاكتساب الحرارى الشمسى المسموح به.
- تحسين خواص الجزء الشفاف (اختيار نوع أفضل من الزجاج أو استخدام زجاج مزدوج أو تغيير نوع الإطار)
- إظلال الفتحة جزئياً باستخدام إحدى وسائل الإظلال الخارجى (الخطوات الواردة فى الفقرة من (أ-٣-٦) .
- إظلال الفتحة كلياً باستخدام إحدى وسائل الإظلال الخارجى (الخطوات الواردة فى الفقرة من (أ-٣-٦) .

أ-٣-٦ تحديد نسبة إظلال الزجاج (SGR)

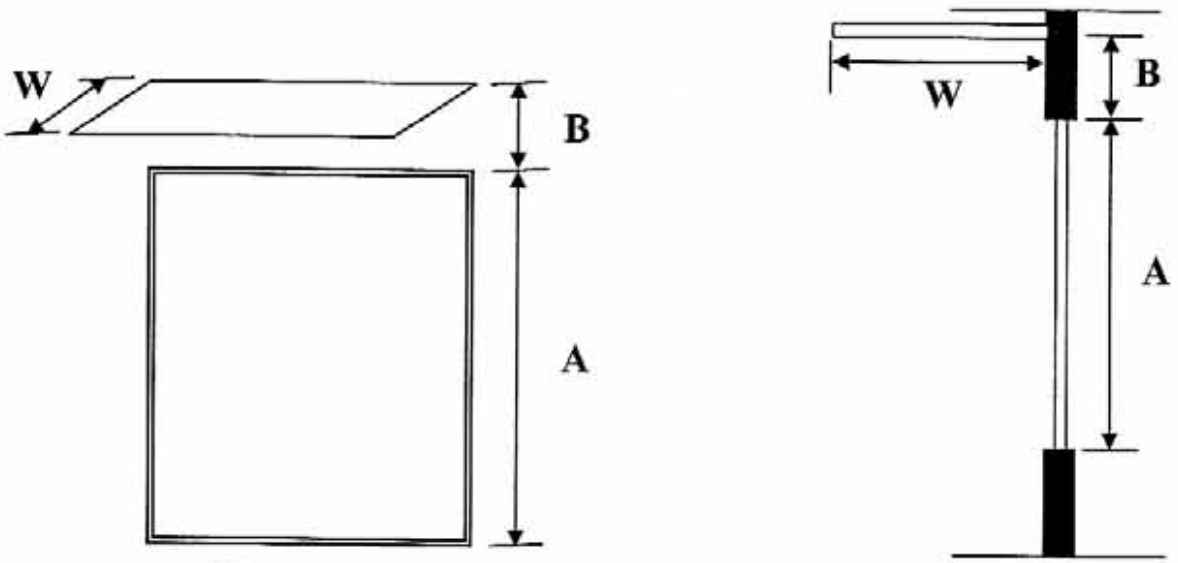
يتم حساب نسبة إظلال الزجاج تبعاً لوسيلة الإظلال كما يلى :

- **الشيش**

فى حالة استخدام (الشيش الشمسية أو الشيش الحصيرة) كوسيلة إظلال خارجية يكون معامل إظلال الزجاج مساوياً بنسبة ١٠٠ % .

- **كاسرات الشمس الأفقية**

تحدد نسبة الإظلال الناتجة عن كاسرات الشمس الأفقية بالاستعانة بالملحق (ب)، جدول (ب-٢) طبقاً لتوجيه الفتحة ومعامل بروز الكاسرة الأفقية (PF) (وهو النسبة بين بروز الكاسرة عن سطح زجاج الفتحة وارتفاع الفتحة مضافاً إليه البعد الرأسى بين الكاسرة والفتحة إن وجد ، كما هو موضح بالشكل (أ-٣-١).

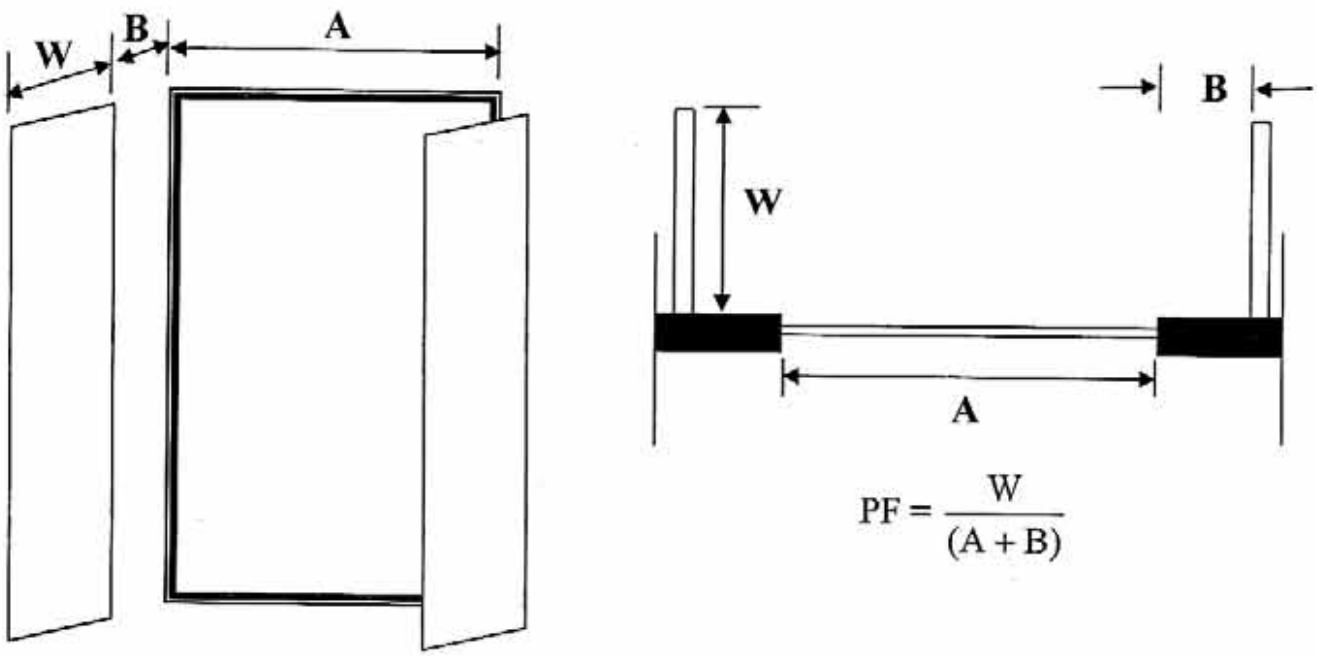


$$PF = \frac{W}{(A+B)}$$

شكل (أ-٣-١) كاسرات الشمس الأفقية

ج- كاسرات الشمس الرأسية

تحدد نسبة الإظلال الناتج عن كاسرات الشمس الرأسية بالاستعانة بالملحق(ب) بجدول (ب-٢) وطبقاً لتوجيه الفتحة ومعامل بروز الكاسرة الرأسية (PF) . (وهو النسبة بين بروز الكاسرة عن سطح زجاج الفتحة وعرض الفتحة مضافاً إليه البعد الأفقى بين الكاسرة والفتحة إن وجد ، كما هو موضح بالشكل (أ-٣-٢) .



$$PF = \frac{W}{(A+B)}$$

شكل (أ-٣-٢) كاسرات الشمس الرأسية

د- كاسرات الشمس المركبة (الأفقية والرأسية)

تحدد نسبة الإظلال الشمسى الناتج عن كاسرات الشمس المركبة (من كاسرات أفقية ورأسية) بالإستعانة بالملحق (ب) ، جدول (ب-٢) طبقاً لتوجيه الفتحة ومعامل بروز الكاسرة المركبة.

هـ - وسائل إظلال أخرى

فى حالة استخدام وسائل إظلال أخرى، يقدم المصمم حسابات نسبة إظلال الزجاج الناتج عن استخدام هذه الوسائل مرفقاً مع طلب الترخيص.

أ-٣-٧ تحديد قيمة الحد الأدنى المطلوب لمعامل إظلال الزجاج

يتم تحديد قيمة الحد الأدنى المطلوب لنسبة إظلال الزجاج للفتحة المقترحة من الجداول (٣-١) إلى (٣-١٤) ، الأعمدة ١٢ إلى ١٥، وذلك طبقاً لتوجيه الفتحة ونسبة مساحتها إلى مساحة الواجهة.

أ-٣-٨ التحقق من توافق معامل إظلال الزجاج للفتحة مع الكود

تتم مقارنة نسبة إظلال الزجاج للفتحة بالحد الأدنى المطلوب، فإذا تجاوزه تعتبر الفتحة مظللة كليا وتكون متوافقة مع الكود بغض النظر عن قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى لها.

أما إذا انخفضت قيمة نسبة إظلال الزجاج للفتحة عن الحد الأدنى المطلوب، تكون الفتحة غير متوافقة مع الكود، ويجب علاج ذلك بإحدى الطرق التالية:

- تقليل مسطح الفتحة.
- زيادة نسبة إظلال الزجاج بزيادة بروز كاسرات الشمس أو استخدام وسيلة إظلال أكثر كفاءة وإعادة (الخطوات من أ-٣-٦ إلى أ-٣-٨).
- اعتبار أن الفتحة غير مظللة وتحقيق التوافق مع الكود بغير وسيلة إظلال . (الخطوات من أ-٣-٣ إلى أ-٣-٥).
- اعتبار أن الفتحة مظللة جزئيا، (الخطوات من أ-٣-٩ إلى أ-٣-١١).

أ-٣-٩ تحديد قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة

يتم تحديد قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة المقترحة بالاستعانة بملحق (ب) جدول (ب-١) طبقاً لمواصفات الجزء الشفاف وخصائص الإطار .

أ-٣-١٠ تحديد الحد الأقصى المسموح به لمعامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة

يتم تحديد الحد الأقصى المسموح به لمعامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة المقترحة من الجداول (٣-١) إلى (٣-١٤) ، الأعمدة ٨ إلى ١١، وذلك طبقاً لتوجيه الفتحة ونسبة مساحتها إلى مساحة الواجهة.

أ-٣-١١ تحديد قيمة الحد الأدنى المطلوب لنسبة إظلال الزجاج

يتم تحديد قيمة الحد الأدنى المطلوب لنسبة الإظلال الجزئى للزجاج بالفتحة المقترحة كأحد الحلول للتوافق مع الكود وذلك باستخدام الجدول (٣-١٥) . ويتم ذلك بمعرفة كل من معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة المقدم بمستندات الترخيص والحد الأقصى لمعامل الاكتساب الحرارى الشمسى المحدد بالخطوه (أ-٣-١٠).

ملحوظة : يمكن استخدام المنحنى بالشكل (٣-٥) كبديل عن الجدول (٣-١٥) لحساب الحد الأدنى المطلوب لمعامل إظلال الزجاج للفتحة.

أ-٣-١٢ اختيار وسيلة الإظلال الجزئى

يتم اختيار وسيلة من وسائل الإظلال الخارجى يزيد معامل إظلال الزجاج الناتج عن استخدامها عن القيمة المستنتجة من خطوة (أ-٣-١١) بالاستعانة بملحق (ب) ، جدول (ب-٢).

أ-٣-١٣ التحقق من توافق نسبة إظلال الزجاج للفتحة المظللة جزئيا مع الكود

تكون الفتحة مظللة جزئياً إذا كانت قيمة نسبة الإظلال للزجاج أكبر من أو تساوى الحد الأدنى المطلوب (المحدد بخطوة أ-٣-١١) المحسوب ، وتتوافق هذه الفتحة مع الكود فى حالة تساوى معامل الاكتساب الحرارى الشمسى لها بالفتحة المحسوبة فى خطوة (أ-٣-٩) .

ولا تتوافق الفتحة مع متطلبات الكود فى حالة انخفاض قيمة معامل إظـــلال الزجـــاج للفتحة عن الحد الأدنى المطلوب. وللتوافق يجب اتباع إحدى الطرق التالية :

- تقليل مسطح الفتحة .
- زيادة نسبة إظلال الزجاج .
- تقليل معامل الاكتساب الحرارى الشمسى للفتحة بتحسين خصائصها، كاختيار نـــوع أفضل من الزجاج أو استخدام زجاج مزدوج أو تغييـــر نـــوع الإطـــار. وإعـــادة الخطوات من (أ-٣-٩ إلى أ-٣- ١٣).
- اعتبار أن الفتحة غير مظللة وتحقق التوافق مع الكود بغير وسيلة إظلال . (الخطـــوات من أ-٣-٣ إلى أ-٣-٥).

ملحق (ب)

الخصائص الفيزيوحرارية والضوئية للفتحات

جدول (ب-١) : معامل شفافية الزجاج (SC) والإكتساب الحرارى الشمسى (SHGC) ونفاذية الضوء المرئى للفتحات (VLT)

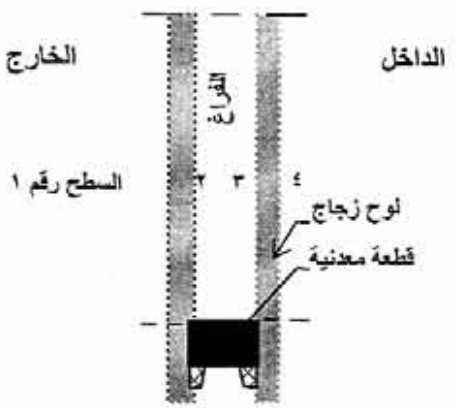
نوع الزجاج المستخدم فى الفتحات محدد (سم)	مركز الزجاج		معامل الإكتساب الحرارى الشمسى لزوايا سقوط الأشعة الشمسية المباشرة SHGC					معامل الإكتساب الحرارى الشمسى للشباك بالإطار SHGC				معامل النفاذية للضوء المرئى VLT	
	معامل النفاذية للضوء VLT	معامل الشفافية SC	°٠	°٤٠	°٥٠	°٦٠	°٧٠	ألومنيوم		طارات أخرى		اسقاط عمودى	
								متحرك	ثابت	متحرك	ثابت	متحرك	ثابت
زجاج مفرد غير مغطى													
٣,٢ شفاف	٠,٩	١	٠,٨٦	٠,٨٥	٠,٨٣	٠,٧٨	٠,٦٧	٠,٧٥	٠,٧٨	٠,٦٣	٠,٧٥	٠,٦٥	٠,٧٨
٦,٤ شفاف	٠,٨٩	٠,٩٤	٠,٨١	٠,٨٠	٠,٧٧	٠,٧٣	٠,٦٢	٠,٧١	٠,٧٤	٠,٦٠	٠,٧١	٠,٦٥	٠,٧٨
٣,٢ برونز	٠,٦٨	٠,٨٥	٠,٧٣	٠,٧١	٠,٦٩	٠,٦٤	٠,٥٥	٠,٦٤	٠,٦٧	٠,٥٤	٠,٦٤	٠,٤٩	٠,٥٩
٦,٤ برونز	٠,٥٥	٠,٧٣	٠,٦٢	٠,٦٠	٠,٥٨	٠,٥٤	٠,٤٦	٠,٥٥	٠,٥٧	٠,٤٦	٠,٥٤	٠,٤٠	٠,٤٨
٣,٢ أخضر	٠,٨٢	٠,٨٢	٠,٧١	٠,٦٨	٠,٦٦	٠,٦٢	٠,٥٣	٠,٦٢	٠,٦٥	٠,٥٣	٠,٦٢	٠,٦٠	٠,٧١
٦,٤ أخضر	٠,٧٤	٠,٦٨	٠,٥٨	٠,٥٦	٠,٥٤	٠,٥١	٠,٤٤	٠,٥١	٠,٥٣	٠,٤٣	٠,٥١	٠,٥٤	٠,٦٤
٣,٢ رمادى	٠,٦٢	٠,٨٢	٠,٧٠	٠,٦٨	٠,٦٦	٠,٦١	٠,٥٣	٠,٦١	٠,٦٤	٠,٥٢	٠,٦١	٠,٤٥	٠,٥٤
٦,٤ رمادي	٠,٤٣	٠,٦٥	٠,٥٦	٠,٥٣	٠,٥١	٠,٤٨	٠,٤١	٠,٥٠	٠,٥١	٠,٤٢	٠,٤٩	٠,٣١	٠,٣٧
٦,٤ أخضر مزرق	٠,٧٥	٠,٧٢	٠,٦٢	٠,٥٩	٠,٥٧	٠,٥٤	٠,٤٦	٠,٥٥	٠,٥٧	٠,٤٦	٠,٥٤	٠,٥٤	٠,٦٥
زجاج مفرد عاكس													
٦,٤ شفاف مغطى بالاستانلس ستيل٨٪	٠,٠٨	٠,٢٢	٠,١٩	٠,١٩	٠,١٨	٠,١٧	٠,١٥	٠,١٨	٠,١٨	٠,١٥	٠,١٧	٠,٠٦	٠,٠٧
٦,٤ شفاف مغطى بالاستانلس ستيل ١٤٪	٠,١٤	٠,٢٩	٠,٢٥	٠,٢٥	٠,٢٤	٠,٢٣	٠,٢٠	٠,٢٣	٠,٢٤	٠,١٩	٠,٢٢	٠,١	٠,١٢
٦,٤ شفاف مغطى بالاستانلس ستيل ٢٠٪	٠,٢٠	٠,٣٦	٠,٣١	٠,٣٠	٠,٣٠	٠,٢٨	٠,٢٤	٠,٢٨	٠,٢٩	٠,٢٤	٠,٢٧	٠,١٥	٠,١٧
٦,٤ أخضر مغطى بالاستانلس ستيل العاكس١٤٪	٠,١٢	٠,٢٩	٠,٢٥	٠,٢٥	٠,٢٤	٠,٢٣	٠,٢٠	٠,٢٣	٠,٢٤	٠,١٩	٠,٢٢	٠,٠٩	٠,١٠
٦,٤ شفاف مغطى بالتانيوم العاكس ٢٠٪	٠,٢٠	٠,٣٤	٠,٢٩	٠,٢٩	٠,٢٨	٠,٢٦	٠,٢٣	٠,٢٧	٠,٢٧	٠,٢٢	٠,٢٦	٠,١٥	٠,١٧
٦,٤ شفاف مغطى بالتانيوم العاكس ٣٠٪	٠,٣٠	٠,٧٥	٠,٣٩	٠,٣٨	٠,٣٧	٠,٣٥	٠,٣٠	٠,٣٥	٠,٣٦	٠,٢٩	٠,٣٤	٠,٢٢	٠,٢٦
زجاج مزدوج غير مغطى													
٣,٢ شفاف -شفاف	٠,٨١	٠,٧٨	٠,٧٥	٠,٧٣	٠,٧٠	٠,٦٣	٠,٤٩	٠,٦٦	٠,٦٨	٠,٥٥	٠,٦٦	٠,٥٩	٠,٧١
٦,٤ شفاف -شفاف	٠,٧٨	٠,٨١	٠,٧٠	٠,٦٨	٠,٦٥	٠,٥٨	٠,٤٥	٠,٦١	٠,٦٤	٠,٥٢	٠,٦١	٠,٥٧	٠,٦٨
٣,٢برونز-شفاف	٠,٦٢	٠,٧٢	٠,٦٢	٠,٥٩	٠,٥٧	٠,٥١	٠,٣٩	٠,٥٥	٠,٥٧	٠,٤٦	٠,٥٤	٠,٤٥	٠,٥١
٦,٤ برونز-شفاف	٠,٤٨	٠,٥٩	٠,٥٠	٠,٤٧	٠,٤٥	٠,٤٠	٠,٣١	٠,٤٥	٠,٤٦	٠,٣٧	٠,٤٤	٠,٣٥	٠,٤٢
٣,٢أخضر -شفاف	٠,٧٤	٠,٧٠	٠,٦٠	٠,٥٧	٠,٥٥	٠,٤٩	٠,٣٨	٠,٥٣	٠,٥٥	٠,٤٥	٠,٥٣	٠,٥٤	٠,٦٤
٦,٤ أخضر -شفاف	٠,٦٦	٠,٥٤	٠,٤٧	٠,٤٤	٠,٤٢	٠,٣٨	٠,٣٠	٠,٤٢	٠,٤٣	٠,٣٥	٠,٤١	٠,٤٨	٠,٥٧

تابع جدول (ب -١)

٣,٢ رمادي-شفاف	٠,٥٦	٠,٦٩	٠,٥٩	٠,٥٧	٠,٥٤	٠,٤٨	٠,٣٧	٠,٥٢	٠,٥٤	٠,٤٤	٠,٥٢	٠,٤١	٠,٤٩
٦,٤ رمادي-شفاف	٠,٤٠	٠,٥١	٠,٤٤	٠,٤٢	٠,٤٠	٠,٣٥	٠,٢٨	٠,٣٩	٠,٤١	٠,٣٣	٠,٣٩	٠,٢٩	٠,٣٥
٦,٤ أخضر مزرق-شفاف	٦,٧	٠,٥٨	٠,٥٠	٠,٤٧	٠,٤٥	٠,٤٠	٠,٣٢	٠,٤٥	٠,٤٦	٠,٣٧	٠,٤٤	٠,٤٩	٠,٥٨
٦,٤ أخضر عالي الأداء-شفاف	٠,٥٩	٠,٤٦	٠,٣٩	٠,٣٧	٠,٣٥	٠,٣١	٠,٢٥	٠,٣٥	٠,٣٦	٠,٢٩	٠,٣٤	٠,٤٣	٠,٥١
زجاج مزدوج عاكس													
٦,٤ شفاف مغطى بالاستاتلس ستيل٨٪ - شفاف	٠,٧٠	٠,١٥	٠,١٣	٠,١٣	٠,١٢	٠,١٢	٠,١	٠,١٣	٠,١٣	٠,١	٠,١٢	٠,٠٥	٠,٠٦
٦,٤ شفاف مغطى بالاستاتلس ستيل١٤٪ - شفاف	٠,١٣	٠,٢	٠,١٧	٠,١٧	٠,١٦	٠,١٥	٠,١٢	٠,١٧	٠,١٦	٠,١٣	٠,١٥	٠,٠٩	٠,١١
٦,٤ شفاف مغطى بالاستاتلس ستيل٢٠٪ - شفاف	٠,١٨	٠,٢٦	٠,٢٢	٠,٢١	٠,٢١	٠,١٩	٠,١٦	٠,٢١	٠,٢١	٠,١٧	٠,٢٠	٠,١٣	٠,١٦
٦,٤ أخضر مغطى بالاستاتلس ستيل١٤٪ - شفاف	٠,١١	٠,١٨	٠,١٦	٠,١٦	٠,١٥	٠,١٤	٠,١٢	٠,١٦	٠,١٦	٠,١٣	٠,١٤	٠,٠٨	٠,١٠
٦,٤ شفاف مغطى بالتيتانيوم العاكس ٢٠ ٪ - شفاف	٠,١٨	٠,٢٤	٠,٢١	٠,٢٠	٠,٢٠	٠,١٨	٠,١٥	٠,٢٠	٠,٢٠	٠,١٩	٠,١٩	٠,١٣	٠,١٦
٦,٤ شفاف مغطى بالتيتانيوم العاكس ٣٠ ٪ - شفاف	٠,٢٧	٠,٣٣	٠,٢٩	٠,٢٨	٠,٢٧	٠,٢٥	٠,٢٠	٠,٢٧	٠,٢٧	٠,٢٢	٠,٢٦	٠,٢٠	٠,٢٤
زجاج مزدوج ذو انبعاثية صغيرة (على السطح٢ e = 0.2)													
٣,٢ زجاج	٠,٧٦	٠,٧٦	٠,٦٥	٠,٦٣	٠,٦١	٠,٥٥	٠,٤٣	٠,٥٧	٠,٥٩	٠,٤٨	٠,٥٧	٠,٥٥	٠,٦٦
٦,٤ زجاج	٠,٧٣	٠,٧٠	٠,٦٠	٠,٥٨	٠,٥٦	٠,٥١	٠,٤٠	٠,٥٣	٠,٥٥	٠,٤٥	٠,٥٣	٠,٥٣	٠,٦٤
زجاج مزدوج ذو انبعاثية صغيرة (على السطح٣ e = 0.2)													
٣,٢ شفاف	٠,٧٦	٠,٨١	٠,٧٠	٠,٦٨	٠,٦٥	٠,٥٩	٠,٤٦	٠,٦١	٠,٦٤	٠,٥٢	٠,٦١	٠,٥٥	٠,٦٦
٦,٤ زجاج	٠,٧٣	٠,٧٥	٠,٦٥	٠,٦٣	٠,٦٠	٠,٥٤	٠,٤٢	٠,٥٧	٠,٥٩	٠,٤٨	٠,٥٧	٠,٥٣	٠,٦٤
٣,٢ برونز- زجاج	٠,٥٨	٠,٦٦	٠,٥٧	٠,٥٤	٠,٥٢	٠,٤٩	٠,٣٦	٠,٥٠	٠,٥٢	٠,٤٢	٠,٥٢	٠,٤٢	٠,٥١
٦,٤ برونز- زجاج	٠,٤٥	٠,٥٢	٠,٤٥	٠,٤٢	٠,٤٠	٠,٣٥	٠,٢٧	٠,٤٠	٠,٤١	٠,٣٤	٠,٤٠	٠,٣٣	٠,٣٩
٣,٢ أخضر- زجاج	٠,٧٠	٠,٦٣	٠,٥٥	٠,٥٢	٠,٥٠	٠,٤٤	٠,٣٤	٠,٤٩	٠,٥٠	٠,٤١	٠,٤٨	٠,٥١	٠,٦١
٦,٤ م أخضر- زجاج	٠,٦١	٠,٤٨	٠,٤٢	٠,٣٩	٠,٣٧	٠,٣٣	٠,٢٥	٠,٣٨	٠,٢٩	٠,٣٢	٠,٣٧	٠,٤٤	٠,٥٣
٣,٢ م رمادي- زجاج	٠,٥٣	٠,٦٣	٠,٥٤	٠,٥١	٠,٤٩	٠,٤٣	٠,٣٣	٠,٤٨	٠,٥٠	٠,٤٧	٠,٤٧	٠,٣٨	٠,٤٦
٦,٤ م رمادي	٠,٣٧	٠,٤٦	٠,٣٩	٠,٣٦	٠,٣٤	٠,٣١	٠,٢٤	٠,٣٦	٠,٣٦	٠,٢٩	٠,٣٤	٠,٢٧	٠,٣٢
٦,٤ م أخضر مزرق- زجاج	٠,٦٢	٠,٥٢	٠,٤٥	٠,٤٢	٠,٤٠	٠,٣٥	٠,٢٧	٠,٤٠	٠,٤١	٠,٣٤	٠,٤٠	٠,٤٥	٠,٥٤
٦,٤م أخضر عالي الأداء- زجاج	٠,٥٥	٠,٤٠	٠,٣٤	٠,٣١٠	٠,٢٩	٠,٢٦	٠,٢٠	٠,٣١	٠,٣٢	٠,٢٦	٠,٣٠	٠,٤٠	٠,٤٨
زجاج مزدوج ذو انبعاثية صغيرة (على السطح٢ e = 0.1)													
٣,٢ زجاج	٠,٧٥	٠,٦٢	٠,٥٤	٠,٥٢	٠,٤٩	٠,٤٤	٠,٣٤	٠,٤٨	٠,٥٠	٠,٤٠	٠,٤٧	٠,٥٤	٠,٦٥
٦,٤ زجاج	٠,٧٢	٠,٥٩	٠,٥١	٠,٤٩	٠,٤٧	٠,٤٢	٠,٣٢	٠,٤٥	٠,٤٧	٠,٣٨	٠,٤٥	٠,٥٢	٠,٦٣
٦,٤ أخضر	٠,٥٧	٠,٣٦	٠,٣١	٠,٣٠	٠,٢٩	٠,٢٦	٠,٢١	٠,٢٨	٠,٢٩	٠,٢٤	٠,٢٧	٠,٤١	٠,٥٠
زجاج مزدوج ذو انبعاثية صغيرة (على السطح٣ e = 0.2)													
٣,٢ شفاف- زجاج	٠,٧٥	٠,٦٩	٠,٦٠	٠,٥٨	٠,٥٦	٠,٥١	٠,٤١	٠,٥٣	٠,٥٥	٠,٤٥	٠,٥٣	٠,٥٤	٠,٦٥
٦,٤ شفاف- زجاج	٠,٧٢	٠,٦٦	٠,٥٦	٠,٥٤	٠,٥٢	٠,٤٧	٠,٣٨	٠,٥٠	٠,٥١	٠,٤٢	٠,٤٩	٠,٥٢	٠,٦٣
٣,٢ برونز- زجاج	٠,٥٧	٠,٥٦	٠,٤٨	٠,٤٦	٠,٤٣	٠,٣٩	٠,٣١	٠,٤٣	٠,٤٤	٠,٣٦	٠,٤٢	٠,٤١	٠,٥٠
٦,٤ برونز- زجاج	٠,٤٥	٠,٤٥	٠,٣٧	٠,٣٤	٠,٣١	٠,٢٤	٠,٣٥	٠,٣٦	٠,٣٦	٠,٢٩	٠,٣٣	٠,٣٣	٠,٣٩
٣,٢ أخضر- زجاج	٠,٦٨	٠,٥٧	٠,٤٩	٠,٤٧	٠,٤٤	٠,٤٠	٠,٣١	٠,٤٤	٠,٤٥	٠,٣٧	٠,٤٣	٠,٤٩	٠,٥٩
٦,٤ أخضر- زجاج	٠,٦١	٠,٤٥	٠,٣٩	٠,٣٦	٠,٣٤	٠,٣٠	٠,٢٤	٠,٣٥	٠,٣٦	٠,٢٩	٠,٣٤	٠,٤٤	٠,٥٣

تابع جدول (ب – ١)

٣,٢ رمادي– زجاج	٠,٥٢	٠,٥٣	٠,٤٦	٠,٤٤	٠,٤١	٠,٣٧	٠,٢٩	٠,٤١	٠,٤٢	٠,٣٤	٠,٣٨	٠,٤١	٠,٤٥
٦,٤ رمادي– زجاج	٠,٣٧	٠,٤٠	٠,٣٥	٠,٣٣	٠,٣١	٠,٢٨	٠,٢٢	٠,٣٢	٠,٣٣	٠,٢٦	٠,٢٧	٠,٣١	٠,٣٢
٦,٤ أخضرمزرق– زجاج	٠,٦٢	٠,٤٨	٠,٤٢	٠,٣٩	٠,٣٧	٠,٣٣	٠,٢٦	٠,٣٨	٠,٣٩	٠,٣٢	٠,٣٧	٠,٤٥	٠,٥٤
زجاج مزدوج ذو انبعاثية صغيرة (على السطح٢ (e = 0.05													
٣,٢زجاج	٠,٧٢	٠,٤٨	٠,٤١	٠,٣٨	٠,٣٤	٠,٢٦	٠,١٤	٠,٣٧	٠,٣٨	٠,٣١	٠,٣٦	٠,٥٢	٠,٦٣
٦,٤زجاج	٠,٧٠	٠,٤٣	٠,٣٧	٠,٣٤	٠,٣١	٠,٢٤	٠,١٣	٠,٣٣	٠,٣٤	٠,٢٨	٠,٣٣	٠,٥١	٠,٦١
٦,٤ برونز	٠,٤٢	٠,٣٠	٠,٢٦	٠,٢٤	٠,٢٢	٠,١٨	٠,١٠	٠,٢٤	٠,٢٤	٠,٢٠	٠,٢٣	٠,٣١	٠,٣٧
٦,٤ أخضر	٠,٦٠	٠,٣٥	٠,٣٠	٠,٢٨	٠,٢٥	٠,٢٠	٠,١١	٠,٢٨	٠,٢٨	٠,٢٣	٠,٢٧	٠,٤٤	٠,٥٢
٦,٤ رمادي	٠,٣٥	٠,٢٧	٠,٢٤	٠,٢٢	٠,٢٠	٠,١٦	٠,١٠	٠,٢٢	٠,٢٣	٠,١٨	٠,٢١	٠,٢٥	٠,٣٠
٦,٤ أخضر عالي	٠,٥٣	٠,٣١	٠,٢٧	٠,٢٦	٠,٢٥	٠,٢٣	٠,١٨	—	--	٠,٢٢	٠,٢٥	٠,٣٨٠	٠,٤٦٠



شكل (ب–٣–١) : مقطع يوضح الزجاج المزدوج

جدول (ب-٢) : معامل إظلال الزجاج الناتج عن استخدام وسائل الإظلال الخارجية

أ - معامل إظلال الزجاج (SGR) الناتج عن استخدام الكاسرات الأفقية

معامل البروز	التوجيه الجغرافى				
	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب
٠,١٠	٠,١٩	٠,١٥	٠,١٧	٠,١١	٠,١٣
٠,٢٠	٠,٣٧	٠,٣٠	٠,٣٥	٠,٢٣	٠,٢٥
٠,٤٠	٠,٦٥	٠,٦٠	٠,٦٩	٠,٤٦.	٠,٤٥
٠,٦٠	٠,٨١	٠,٧٨	١	٠٦١.	٠,٥٧.
٠,٨٠	٠,٩٠	٠,٨٩	١	٠,٧٧	٠,٦٦
١,٠٠	٠,٩٠	٠,٩٦	١	٠,٧٨	٠,٧٢

ب - معامل إظلال الزجاج (SGR) الناتج عن استخدام الكاسرات الرأسية

معامل البروز	التوجيه الجغرافى				
	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب
٠,١٠	٠,١١	٠,٠٥	٠,٢٠	٠,٠٥	٠,٧٠
٠,٢٠	٠,٢١	٠,٠٩	٠,٣٥	٠,١	٠,١٥
٠,٤٠	٠,٤٣	٠,١٧	٠,٥٥	٠,٢٠	٠,٢٩
٠,٦٠	٠,٦١	٠,٢٦	٠,٦٧	٠,٣٠	٠,٤١
٠,٨٠	٠,٧٠	٠,٣٤	٠,٧٤	٠,٤٠	٠,٤٩
١,٠٠	٠,٧٩	٠,٤٣	٠,٧٩	٠,٥٠	٠,٥٦

جـ -معامل إظلال الزجاج (SGR) الناتج عن استخدام الكاسرات المركبة

معامل البروز	التوجيه الجغرافى				
	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب
٠,١٠	٠,٢٧	٠,١٨	٠,٣٤	٠,٣٢	٠,١٨
٠,٢٠	٠,٤٩	٠,٣٥	٠,٥٨	٠,٤٥	٠,٣٤
٠,٤٠	٠,٧٤	٠,٦٤	٠,٨٦	٠,٦١	٠,٥٣
٠,٦٠	٠,٨٧	٠,٨١	١	٠,٧١	٠,٦٥
٠,٨٠	٠,٩٤	٠,٩٢	١	٠,٧٧	٠,٧٣
١,٠٠	٠,٩٨	٠,٩٧	١	٠,٨٢	٠,٧٨

(ب-٣) : الانتقالية الحرارية (U-Value) لمختلف الفتحات الزجاجية (وات/م^2.س$^\circ$)

م	اسم المنتج	الزجاج لفقط		الشبابيك الرأسية					
		الإنتقالية الحرارية		شبابيك متحركة			شبابيك ثابتة		
				الإطارات			الإطارات		
		مركز الزجاج	حافة الزجاج	الومنيوم بدون عازل حرارى	الومنيوم بعازل حرارى	خشب/فينيل	فينيل معزول بالصوف الحرارى	الومنيوم بدون جسور حرارية	الومنيوم بجسور حرارية	خشب/فينيل	فينيل معزول بالصوف الحرارى
زجاج مفرد											
١	٣،٢ مم زجاج	٥،٩١	٥،٩١	٧،٢٤	٦،١٢	٥،٠٥	٤،٦١	٦،٤٢	٦،٠٧	٥،٥٥	٥،٣٥
٢	٦،٤ الكليرك/بولى كربون	٥،٠٠	٥،٠٠	٦،٤٩	٥،٤٣	٤،٤٢	٤،٠١	٥،٦٠	٥،٢٥	٤،٧٥	٤،٥٨
٣	٣،٢ الكليرك/بولى كربون	٥،٤٥	٥،٤٥	٦،٨٧	٥،٧٧	٤،٧٣	٤،٣١	٦،٠١	٥،٦٦	٥،١٥	٤،٩٧
زجاج مزدوج											
٤	٦،٤ مم فراغ هوائى	٣،١٢	٣،٦٣	٤،٩٣	٣،٧٠	٣،١٣	٢،٧٧	٣،٩٤	٣،٥٦	٣،١٧	٣،٠٤
٥	١٢،٧ مم فراغ هوائى	٢،٧٣	٣،٣٦	٤،٦٢	٣،٤٢	٢،٨٧	٢،٥٣	٣،٦١	٣،٢٢	٢،٨٤	٢،٧٢
٦	٦،٤ مم فراغ مملؤ بالأرجون	٢،٩٠	٣،٤٨	٤،٧٥	٣،٥٤	٢،٩٨	٢،٦٣	٣،٧٥	٣،٣٧	٢،٩٨	٢،٨٥
٧	١٢،٧ مم فراغ مملؤ بالأرجون	٢،٥٦	٣،٢٤	٤،٤٩	٣،٣٠	٢،٧٦	٢،٤٢	٣،٤٧	٣،٠٨	٢،٧٠	٢،٥٨
زجاج مزدوج مغطى بطبقة ذو معامل انبعاثية ٠،٦ على الوجه ٢ أو ٣											
٨	٦،٤ مم فراغ هوائى	٢،٩٥	٣،٥٢	٤،٨٠	٣،٥٨	٣،٠٢	٢،٦٧	٣،٨٠	٣،٤١	٣،٠٣	٢،٩٠
٩	١٢،٧ مم فراغ هوائى	٢،٥٠	٣،٢٠	٤،٤٥	٣،٢٦	٢،٧٣	٢،٣٩	٣،٤٢	٣،٠٤	٢،٦٦	٢،٥٤
١٠	٦،٤ مم فراغ مملؤ بالأرجون	٢،٦٧	٣،٣٢	٤،٥٨	٣،٣٨	٢،٨٤	٢،٤٩	٣،٥٦	٣،١٧	٢،٨٠	٢،٦٧
١١	١٢،٤ مم فراغ مملؤ بالأرجون	٢،٣٣	٣،٠٨	٤،٣١	٣،١٣	٢،٦٢	٢،٢٨	٣،٢٨	٢،٨٩	٢،٥٢	٢،٤٠
زجاج مزدوج مغطى بطبقة ذو معامل انبعاثية ٠،٤ على الوجه ٢ أو ٣											
١٢	٦،٤ مم فراغ هوائى	٢،٧٨	٣،٤٠	٤،٦٦	٣،٤٦	٢،٩١	٢،٥٦	٣،٦٦	٣،٢٧	٢،٨٩	٢،٧٦
١٣	١٢،٧ مم فراغ هوائى	٢،٢٧	٣،٠٤	٤،٢٧	٣،٠٩	٢،٥٨	٢،٢٥	٣،٢٣	٢،٨٤	٢،٤٧	٢،٣٥
١٤	٦،٤ مم فراغ مملؤ بالأرجون	٢،٤٤	٣،١٦	٤،٤٠	٣،٢١	٢،٦٩	٢،٣٥	٣،٣٧	٢،٩٨	٢،٦١	٢،٤٩
١٥	١٢،٤ مم فراغ مملؤ بالأرجون	٢،٠٤	٢،٨٨	٤،٠٩	٢،٩٣	٢،٤٣	٢،١٠	٣،٠٤	٢،٦٥	٢،٢٩	٢،١٧
زجاج مزدوج مغطى بطبقة ذو معامل انبعاثية ٠،٢ على الوجه ٢ أو ٣											
١٦	٦،٤ مم فراغ هوائى	٢،٥٦	٣،٢٤	٤،٤٩	٣،٣٠	٢،٧٦	٢،٤٢	٣،٤٧	٣،٠٨	٢،٧٠	٢،٥٨
١٧	١٢،٧ مم فراغ هوائى	١،٩٩	٢،٨٣	٤،٠٨	٢،٨٩	٢،٣٩	٢،٠٧	٢،٩٩	٢،٦٠	٢،٢٤	٢،١٣
١٨	٦،٤ مم فراغ مملؤ بالأرجون	٢،١٦	٢،٩٦	٤،١٨	٣،٠١	٢،٥١	٢،١٧	٣،١٣	٢،٧٤	٢،٣٨	٢،٢٦
١٩	١٢،٧ مم فراغ مملؤ بالأرجون	١،٧٠	٢،٦٢	٣،٨٣	٢،٦٨	٢،٢١	١،٨٩	٢،٧٥	٢،٣٦	٢،٠١	١،٩٠
زجاج مزدوج مغطى بطبقة ذو معامل انبعاثية ٠،١ على الوجه ٢ أو ٣											
٢٠	٦،٤ مم فراغ هوائى	٢،٣٩	٣،١٢	٤،٣٦	٣،١٧	٢،٦٥	٢،٣٢	٣،٣٢	٢،٩٣	٢،٥٦	٢،٤٥
٢١	١٢،٧ مم فراغ هوائى	١،٨٢	٢،٧١	٣،٩٢	٢،٧٧	٢،٢٨	١،٩٦	٢،٨٤	٢،٤٥	٢،١٠	١،٩٩
٢٢	٦،٤ مم فراغ مملؤ بالأرجون	١،٩٩	٢،٨٣	٤،٠٥	٢،٨٩	٢،٣٩	٢،٠٧	٢،٩٩	٢،٦٠	٢،٢٤	٢،١٣
٢٣	١٢،٧ مم فراغ مملؤ بالأرجون	١،٥٣	٢،٤٩	٣،٧٠	٢،٥٦	٢،١٠	١،٧٩	٢،٦٠	٢،٢١	١،٨٦	١،٧٦
زجاج مزدوج مغطى بطبقة ذات معامل انبعاثية ٠،٠٥ على الوجه ٢ أو ٣											
٢٤	٦،٤ مم فراغ هوائى	٢،٣٣	٣،٠٨	٤،٣١	٣،١٣	٢،٦٢	٢،٢٨	٣،٢٨	٢،٨٩	٢،٥٢	٢،٤٠
٢٥	١٢،٧ مم فراغ هوائى	١،٧٠	٢،٦٢	٣،٨٣	٢،٦٨	٢،٢١	١،٨٩	٢،٧٥	٢،٣٦	٢،٠١	١،٩٠
٢٦	٦،٤ مم فراغ مملؤ بالأرجون	١،٨٧	٢،٧٥	٣،٩٦	٢،٨١	٢،٣٢	٢،٠٠	٢،٨٩	٢،٥٠	٢،١٥	٢،٠٣
٢٧	١٢،٧ مم فراغ مملؤ بالأرجون	١،٤٢	٢،٤١	٣،٦١	٢،٤٨	٢،٠٢	١،٧١	٢،٥٠	٢،١١	١،٧٧	١،٦٧

* أنظر الشكل رقم (ب-٣-١)

جدول (ب-٤) امتصاصية الأسطح المعرضة للإشعاع الشمسى

المادة	الإمتصاصية	المادة	الإمتصاصية
كتلة من الزجاج	١,٠٠	دهان زيتى أسود	٠,٩٠
كتلة من الخرسانة	٠,٩١	دهان زيتونى غامق	٠,٨٩
طوب أزرق	٠,٨٩	دهان الكريكى أزرق غامق أو أخضر غامق	٠,٨٨
طوب أحمر	٠,٨٨	دهان بنى غامق	٠,٨٨
بيتومين فيلت	٠,٨٨	دهان أزرق – رمادى	٠,٨٨
رمادى مزرق	٠,٨٧	دهان بنى متوسط	٠,٨٤
سقف أخضر	٠,٨٥	دهان بنى (فاتح – متوسط)	٠,٨٠
خرسانة بنى	٠,٨٦	دهان الكريكى بنى أو أخضر	٠,٧٩
أسفلت متجوى	٠,٨٢	دهان متوسط مؤكسد	٠,٧٨
خشب ناعم	٠,٧٨	دهان زيتى رمادى فاتح	٠,٧٥
خرسانة غير ملونة	٠,٦٥	دهان زيتى أحمر	٠,٧٤
رخام أبيض	٠,٥٨	دهان أخضر قاتم متوسط	٠,٥٩
بلاط موزيكو أبيض	٠,٥٨	دهان برتقالى متوسط	٠,٥٨
طوب خفيف	٠,٥٥	دهان أصفر متوسط	٠,٥٧
سقف علوى أبيض	٠,٥	دهان أزرق متوسط	٠,٥١
زلط	٠,٢٩	دهان أخضر زرعى متوسط	٠,٥١
سطح المونيوم مصقول	٠,١٢	دهان أخضر فاتح	٠,٤٧
دهان المونيوم رقيق	٠,١	دهان الومنيومى	٠,٠٤
سطح عاكس لامع	٠,٠٥	دهان أبيض نصف لميع	٠,٣
دهان ضوئى لون أسود	٠,٩٨	دهان أبيض لميع	٠,٢٥
دهان سطحى أسود	٠,٩٥	دهان فضى	٠,٢٥
أسود الكريكى	٠,٩٥	دهان أبيض الكريكى	٠,٢١
دهان رمادى خامق	٠,٩١	أغشية رقيقة منفذه بالبخار	٠,٠٢
دهان الكريكى أزرق غامق	٠,٩١		

جدول (ب-٥) المقاومة الحرارية للفراغات الهوائية فى الحوائط والأسقف طبقاً لامتصاص سطحى القراغ للإشعاع الحرارى

نوع طبقة الهواء	المقاومة الحرارية للفراغ الهوائى (م^{٢}س$^{\circ}$/وات) طبقاً لسمك الفراغ				
	٥ مم	١٠ مم	٢٠ مم	٥٠ مم	٧٥ مم	١٠٠مم
الحوائط					
المقاومة الحرارية للفراغات الهوائية فى الحوائط (الفراغ الهوائى رأسى وانتقال الحرارة أفقى)					
أ – امتصاصية سطحى الفراغ للاشعاع الحرارى ≤ ٠,٥	٠,١١٠	٠,١٢٣	٠,١٤٨	٠,١٥٣	٠,١٥٦	٠,١٦٠
ب – امتصاصية سطحى الفراغ للاشعاع الحرارى ≥ ٠,٥	٠,٢٥	٠,٣٥٩	٠,٥٧٨	٠,٥٨٩	٠,٥٩٧	٠,٦٠٦
الأسقف						
المقاومة الحرارية للفراغات الهوائية فى الأسقف (فراغ هوائى أفقى أو مائل وانتقال الحرارة إلى أسفل)						
أ – امتصاصية سطحى الفراغ للاشعاع الحرارى ≤ ٠,٥						
– الفراغ الهوائى أفقى	٠,١١٠	٠,١٢٣	٠,١٤٨	٠,١٥٨	٠,١٦٦	٠,١٧٤
– الفراغ الهوائى مائل بزاوية ٢٢,٥$^{\circ}$	٠,١١٠	٠,١٢٣	٠,١٤٨	٠,١٥٤	٠,١٦٠	٠,١٦٥
– الفراغ الهوائى مائل بزاوية ٤٠$^{\circ}$	٠,١١	٠,١٢٣	٠,١٤٨	٠,١٥٢	٠,١٥٥	٠,١٥٨
ب – امتصاصية سطحى الفراغ للاشعاع الحرارى ≥ ٠,٥						
– الفراغ الهوائى أفقى	٠,٢٥٠	٠,٣٥٧	٠,٥٧٢	٠,٨٩١	١,١٥٧	١,٤٢٣
– الفراغ الهوائى مائل بزاوية ٢٢,٥$^{\circ}$	٠,٢٥٠	٠,٣٥٧	٠,٥٧١	٠,٧٦٨	٠,٩٣١	١,٠٩٥
– الفراغ الهوائى مائل بزاوية ٤٥$^{\circ}$	٠,٢٥٠	٠,٣٥٧	٠,٥٧٠	٠,٦٤٤	٠,٧٠٦	٠,٧٦٨

ملحوظة :

- تعتبر الحوائط المزدوجة مطابقة للكود إذا احتوت على مواد عاكسه عازلة للحرارة بكامل مساحتها .
- تخفض قيمة المقاومة الحرارية المطلوبة للأسقف المزدوجة والتى تحتوى على مواد عاكسة عازلة للحرارة بمقدار النصف .

جدول (ب-٦) الموصلية الحرارية لمواد البناء والمواد العازلة للحرارة

المواد	الخصائص الفيزيائية		المقاومة الحرارية (R) لمختلف التخانات (م٢.س°/وات)				
	الموصلية الحرارة (وات/م.س°)	الكثافة (كجم/م٣)	١٠ مم	١٠٠ مم	٢٠٠ مم	٢٥٠ مم	٣٨٠مم
١ – الطوب							
١-١ طوب طفلى	٠,٦	١٨٥٠	–	٠,٤٢	٠,٥٠	٠,٥٩	٠,٨٠
١-٢ الطوب الأسمنتى مصمت	١,٤	٢٠٠٠	–	٠,٢٨	٠,٣١	٠,٣٥	٠,٤٤
١-٣ الطوب الرملى الثقيل	١,٧	٢٠٠٠	–	٠,٢٦	٠,٢٩	٠,٣٢	٠,٣٩
١-٤ الطوب الرملى الخفيف	٠,٣٥	٦٥٠	–	٠,٦٠	٠,٧٤	٠,٨٨	١,٢٦
١-٥ طوب طفلى مفرغ	٠,٦	١٧٩٠	–	٠,٤٢	٠,٥٠	٠,٥٩	٠,٨٠
١-٦ طوب أسمنتى مفرغ	١,٦	١١٤٠	–	٠,٢٦	٠,٣٠	٠,٣٣	٠,٤١
٢ – البلاط							
٢-١ البلاط الأسمنتى	١,٤	٢١٠٠	–	–	–	–	–
٢-٢ بلاط السيراميك	١,٦	٢٠٠٠	٠,١٨	–	–	–	–
٢-٣ الدائن	٠,١٦	١٣٥٠	٠,٢٣	–	–	–	–
٢-٤ بلاط مطاطية	٠,٤	١٧٠٠	٠,٢٠	–	–	–	–
٢-٥ بلاطات موزايكو	١,٦	٢٤٥٠	٠,١٨	–	–	–	–
٣ – الأخشاب							
٣-١ الخشب الزان	٠,٨٧	٧٠٠	٠,٢٣	٠,٢٩	–	–	–
٣-٢ خشب شجر البروس	٠,١٠٥	٤١٥	٠,٢٧	٠,٣٦	–	–	–
٣-٣ أكومى	٠,١٦	٧٧٠	٠,٢٣	٠,٣٠	–	–	–
٣-٤ ماهوجنى	٠,١٥٥	٧٠٠	٠,٢٣	٠,٣٠	–	–	–
٣-٥ خشب عزيزى	٠,١٤	٦٦٠	٠,٢٤	٠,٣١	–	–	–
٣-٦ خشب رقائقى	٠,١٤	٥٣٠	٠,٢٤	٠,٣١	–	–	–
٣-٧ خشب قشرة	٠,١٧	٤٠٠	٠,٢٣	٠,٢٩	–	–	–
٤ – المواد الجبسية							
٤-١ الجبس	٠,١٥	٣٢٠	٠,٣٠	٠,٣٧	٠,٤٤	–	–
٤-٢ الأنواع الجبسية	٠,٣٩	٩٥٠	٠,٢٢	٠,٢٥	٠,٢٧	–	–
٤-٣ الأسمنت البورتلاندى	٠,١٧٥	١٣٣٥	٠,٢٨	٠,٣٤	٠,٤٠	–	–
٥ – الأحجار							
٥-١ الأحجار الزيتيه	١,٦	١٨٠٠	٠,٢٥	٥,٢٦	٠,٣٠	٠,٣٣	٠,٤١
٥-٢ الحجر الجيرى	٠,٧٩	١٦٠٠	٠,٣٢	٠,٣٦	٠,٤٢	٠,٤٩	٠,٦٥
٦ – المواد العازلة							
٦-١ البولستيرين الممدد	٠,٠٣٤	٣٥	٠,٧٦	١,٣٥	–	–	–
٦-٢ البولستيرين المبثوق	٠,٠٣	٣٠	٠,٨٤	١,٥٠	–	–	–
٦-٣ البولييوريثان	٠,٠٤٥	١٥	٠,٦١	١,٠٦	–	–	–
٦-٤ بولييوريثان	٠,٠٢٦	٣٠	٠,٩٤	١,٧١	–	–	–
٦-٥ البيرليت	٠,٠٥٥	١٢٠	٠,٩٣	٠,٩٠	–	–	–
٦-٦ الفيروموكليت أسمنت	٠,٠٦٥	١٠٠	٠,٤٨	٠,٧٩	–	–	–
٦-٧ فيرومكليت	٠,٢٢	٦٥٠	٠,٢٦	٠,٣٥	–	–	–
٦-٨ السلتون	٠,١٧	٤٨٠	٠,٢٩	٠,٤١	–	–	–

جدول (ب- ٧) معامل الانتقال الحرارى للشبابيك والأبواب الزجاجية وفتحات الإضاءة العلوية

مادة ونوع الإطار	زجاج مفرد	زجاج مزدوج
إطار معدنى بدون قاطع حرارة		
- متحرك (يتضمن الأبواب المنزلقة والمروحية)	١,٢٧	٠,٨٧
- ثابت	١,١٣	٠,٦٩
- شباك حديقه	٢,٦	١,٨١
- حائط زجاجى (قاطوع)	١,٢٢	٠,٧٩
- فتحات الإضاءة العلوية	١,٩٨	١,٣١
- كاسرات زجاجية مائله مجمعة بالموقع	١,٣٦	٠,٨٢
إطار معدنى ذو جسور حرارية :		
- متحرك (يتضمن الأبواب المنزلقة والمروحية)	١,٠٨	٠,٦٥
- ثابت	١,٠٧	٠,٦٣
- حائط زجاجى	١,١١	٠,٦٨
- فتحات الإضاءة العلوية	١,٨٩	١,١١
- كاسرات زجاجية مائله مجمعة بالموقع	١,٢٥	٠,٧٠
خشب مقوى بالمشمع / معدن		
- متحرك (يتضمن الأبواب المنزلقة والمروحية)	٠,٩٠	٠,٥٧
- ثابت	٠,٩٨	٠,٥٦
- فتحات الإضاءة العلوية	١,٧٥	١,٠٥
خشب / مشمع / ألياف زجاجية		
- متحرك (يتضمن الأبواب المنزلقة والمروحية)	٠,٨٩	٠,٥٥
- ثابت	٠,٩٨	٠,٥٦
- شباك حديقه	٢,٣١	١,٦١
- فتحات الإضاءة العلوية	١,٤٨	٠,٨٤

جدول (ب- ٨) معامل الانتقالية الحرارية للأبواب غير الزجاجية (U -Value)

نوع الباب	الانتقالية الحرارية (U -Value) وات/م^{2}.س^{o}	
	بحشوة	بدون حشوة
الأبواب الحديدية (تخانة٤٥مم)	٠,٣٥	٠,٦٤
الأبواب الخشبية (تخانة٤٥مم)	٠,٥٤	٠,٣٦
- ضلفة بانوه ذات حشوة بتخانة ٤٥مم	٠,٤٦	-
- ضلفة ذات حشوة تخانة ١٢,٥ مم	٠,٣٩	-
- ضلفه بحشوة كامل	٠,٤٠	-

(ملحق جـ)

حساب الانتقالية الحرارية الكلية والسعة التخزينية للغلاف الخارجى

جـ-١ طريقة حساب الانتقالية الحرارية (U-Value)

تعتمد طريقة حساب الناقلية الحرارية (OTTV) الموضحة بالملحق رقم (د) على حساب معامل الانتقالية الحرارية (U-Value) لكل عنصر منفرد من عناصر الغلاف الخارجى للمبنى.

جـ-١-١ الحوائط :

تحسب الانتقالية الحرارية الكلية لحوائط الغلاف الخارجى للمبنى طبقاً للمعادلة التالية :

$$U_o = \frac{\sum_{i=1}^{n}(A_{wi}.U_{wi}) + \sum_{i=1}^{n}(A_{gi}.U_{gi}) + \sum_{i=1}^{n}(A_{di}.U_{di})}{A_o} \qquad (جـ-١)$$

حيث :

A_d = مساحة الأبواب المعتمة التى تطل على الخارج فى الواجهة رقم i ، (م^2)

A_{gi} = مساحة الفتحات فى الواجهة رقم i ، وتشمل الزجاج والإطارات ، (م^2)

A_{wi} = مساحة الجزء المعتم من الواجهة رقم i ، (م^2)

U_{di} = الانتقالية الحرارية لأبواب المعتمدة التى تطل على الخارج فى الواجهة رقم i ، (وات/م^2.س^o)

U_{gi} = الانتقالية الحرارية للفتحات فى الواجهة رقم i ، (وات/م^2.س^o)

U_o = متوسط الانتقالية الحرارية الكلية للعناصر المعرضه من الغلاف الخارجى ، (وات/م^2. س^o)

U_{wi} = الانتقالية الحرارية للجزء المعتم من الواجهة رقم i ، (وات/م^2.س^o)

ملحوظة :

أ - فى حالة أن الواجهة i تتكون من أكثر من نوع من الحوائط والشبابيك والأبواب فان الجزء الخاص بهذه الواجهة فى المعادلة (جـ - ١) يستبدل بما يلى :

$$(A_{wi1} .U_{wi1}) + (A_{wi2} .U_{wi2}) + (A_{gi1} .U_{gi1}) + (A_{gi2} .U_{gi2}) \ldots \text{etc.} \qquad (جـ-٢)$$

ب – الأبواب المفصلية الموجودة فى الحائط يجب أن تأخذ فى الاعتبار كأحد الأجزاء الفرعية من الحائط .

وفى حالة وجود أعمدة من الحديد أو أعمدة خرسانية فأن قيمة Uwi فى المعادلة (جـ-١) يجب إعادة حسابها طبقاً للمسارات المتوازية لانتقال الحرارة ويمكن حسابها من المعادلة التالية :

$$U_{wi} = \frac{1}{R_n + R_{ins} + F_c} \qquad (جـ-٣)$$

حيث :

F_c = معامل التصحيح الواجب إضافته نتيجة وجود الأعمدة الحديدية أو الخرسانية (وات/م^{٢}.س^{o})

R_{ins} = المقاومة الحرارية للفراغ المعزول ، (وات/م^{٢}.س^{o})

R_n = المقاومة الحرارية الكلية للجزء المعتم من الحائط باستثناء المقاومة الحرارية للفراغات المعزولة أو الأعمدة الحديد أو الأعمدة المسلحة (وات/م^{٢}. س^{o})

جـ-١-٢ الأسطح والأسقف :

يحسب معامل الانتقالية الحرارية الكلية (U-Value) للسقف طبقاً للمعادلة التالية ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار الانتقالية الحرارية لفتحات الإضاءة العلوية شاملة الإطارات أن وجدت كما يلى :

$$U_o = \frac{(A_r.U_r) + (A_s.U_s)}{A_o} \qquad (جـ-٤)$$

حيث :

A_o = المساحة الكلية للسقف المعرض ، (م^{٢})

A_r = مساحة الجزء المعتم من السقف المعرض ، (م^{٢})

U_o = متوسط الإنتقالية الحرارية الكلية للسقف ، (وات/م^{٢}.س^{o})

U_s = الإنتقالية الحرارية لفتحات الإضاءة العلوية ، (وات/م^{٢}.س^{o})

ملحوظة : فى حالة أن السقف يتكون من أكثر من نوع واحد أو يوجد اختلاف فى فتحات الإضاءة العلوية من حيث الخصائص الفيزيائية للمواد المستخدمة فان حساب الجزء الأيمن من المعادلة (جـ – ٤) يحسب كما يلى :

$$(A_{r1} .U_{r1}) + (A_{r2} .U_{r2}) + \dots \text{ etc.} \qquad (جـ-٥)$$

جـ-١-٣ الأرضيات المعرضة :

فى حالة تعرض جزء أو أرضية كاملة إلى العوامل المناخية الخارجية فان حساب معامل الإنتقالية الحرارية لهذه الأرضيات المعرضة يحسب كما يلى :

$$U_o = \frac{(A_{f1}.U_{f1})+(A_{f2}.U_{f2})+.....+(A_{fn}.U_{fn})}{A_o} \qquad (جـ-٦)$$

حيث :

A_o = المساحة الكلية للأرضيات المعرضة ، (م^2)

U_{fn} = الانتقالية الحرارية لمختلف مسارات الحرارة خلال الأرضية رقم n من الأرضيات المعرضة ، (م^2)

U_o = متوسط الانتقالية الحرارية الكلية للأرضيات المعرضة ، (وات/م^2.س^o)

جـ – ٢ حساب السعة التخزينية للحائط

تحسب السعة التخزينية للحائط من المعادلة التالية :

$$H_C = W. C_p \qquad (جـ-٧)$$

حيث :

C_p = الحرارة النوعية لمواد حوائط الغلاف الخارجى (جول/كجم.س^o)

H_C = السعة التخزينية للحوائط الخارجية ، (ك جول/م^2.س^o)

W = كتلة وحدة المساحات من الحوائط الخارجية المكونة للغلاف الخارجى ولا تشمل الفتحات، (كجم/م^2)

(ملحق د)

١ – الناقلية الحرارية الكلية للغلاف الخارجى :

Overall Thermal Transfer Value (OTTV) Requirement`s

تهدف طريقة حساب الناقلية الحرارية الكلية (OTTV) للغلاف الخارجى للمبنى إلى خفض أحمال التبريد لأجهزة التكييف المستخدمة فى المبنى لترشيد استهلاك الطاقة . ويعتمد حساب الناقلية الحرارية الكلية للغلاف الخارجى للمبنى (أسقف – حوائط – أرضيات معرضه) على كمية الحرارة المكتسبة من خلال عناصر الغلاف الخارجى وتشمل :

أ – انتقال الحرارة بالتوصيل من خلال الجزء المعتم من الحوائط والأسقف والأرضيات (الجزء الأول من الطرف الأيمن للمعادلة).

ب – انتقال الحرارة بالتوصيل من خلال فتحات الغلاف الخارجى شاملة فتحات الإضاءة العلوية (الجزء الثانى من الطرف الأيمن للمعادلة).

جـ– انتقال الحرارة بالإشعاع من خلال الجزء الشفاف من الفتحات (الجزء الثالث من الطرف الأيمن للمعادلة) ويمكن التعبير عن الناقلية الحرارية الكلية لأى واجهة من واجهات المبنى باستخدام المعادلة التالية:

$$OTTV_{wi} = (\alpha A_{wi} U_{wi} . T_{Deqwi} + A_{gi} U_{gi} \Delta T_o + A_{gi} . SF . SC . CF(1-SGR)) / A_o \quad \text{.....(د-١)}$$

حيث :

A_g = مساحة الزجاج فى الواجهة رقم wi (م^2)

A_o = مساحة الواجهة الكلية (م^2)

A_{wi} = مساحة الجزء المعتم من الواجهة رقم wi (م^2)

CF = معامل تصحيح النافذة

$OTTV_{wi}$ = الناقلية الحرارية الكلية للواجهة رقم wi (وات/م^2)

SC = معامل الشفافية للزجاج

SF = معامل الإشعاع الشمسى للواجهة ، (وات/م^2)

SGR = معامل الإظلال الخارجى للزجاج الناتج من استخدام كاسرات شمس

TD_{eqwi} = درجة الحرارة المكافئة للجزء المعتم ، (س^o)

U_g = الانتقالية الحرارية للزجاج فى الواجهة رقم wi ، (وات/م^{2}س^o)

U_{wi} = الانتقالية الحرارية للجزء المعتم من الواجهة رقم wi (وات/م^{2}س^o)

WWR = نسبة مساحة الفتحات إلى مساحة الواجهة (%)

α = امتصاصية الجزء المعتم من الواجهة رقم wi

ΔT_o = الفرق بين درجات الحرارة التصميمية الخارجية والداخلية للزجاج ، (س°)

فى حالة الواجهات المعتمة المكونة من أكثر من نوع من الحوائط تحسب كمية انتقال الحرارة بالتوصيل كما يلى :

$$[(\alpha_{W1}A_{w1}.\ U_{w1}.\ \Delta TD_{eqw1}) + (\alpha_{W2}A_{w2}.\ U_{w2}.\ TD_{eqw2}) + \ldots.\ etc] + \ldots\ldots \quad (د-٢)$$

وفى حالة الواجهات التى تحتوى على أكثر من نوع من الشبابيك يتم حساب كمية الحرارة المنتقلة بالتوصيل كما يلى :

$$A_{g1}\ U_{g1}\ \Delta T_o + A_{g2}\ U_{g2}\ \Delta T_o + \ldots\ldots\ldots etc \quad (د-٣)$$

$$A_{g1}\ SF_1\ SC_1\ CF_1\ (1 - SGR_1) + A_{g2}\ SF_2\ SC_2\ CF_2\ (1 - SGR_2)\ \ldots.\ etc. \quad (د-٤)$$

ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار عند حساب الناقلية الحرارية جميع مساحات أسطح الحوائط المعتمة ومساحات الشبابيك والأبواب المعرضه للهواء الخارجى للأماكن المغلقة غير المكيفة. على أن تحسب مساحة الشبابيك شاملة الإطارات وأن تستخدم U_g بالنسبة للزجاج والإطارات.

فى حالة المبانى المكيفة التى تطل على فراغات مغلقة غير مكيفة فإن درجة حرارة الهواء فى الفراغات غير المكيفة تعتبر مساوية لدرجات حرارة الهواء الخارجى . ولا يؤخذ تأثير الإشعاع فى المعادلات السابقة .

وبالنسبة للأسقف المعرضة فإن الناقليه الحرارية (OTTV) تحسب من المعادلة التالية :

$$OTTVr = \{\alpha.\ A_r.\ U_r\ TD_{eqr} + A_s.U_s.\ DT_o + A_s.SF_s.SC_s\} / (A_r + A_s) \quad (د-٥)$$

حيث :

A_r = مساحة الجزء المعتم (م٢)

A_r = مساحة السطح المعرض ، (م٢)

A_s = مساحة الجزء الشفاف (م٢)

A_s = مساحة فتحة الإنارة العلوية ، (م٢)

CF = معامل تصحيح النافذة

$OTTV_r$ = الناقلية الحرارية الكلية للأسقف المعرضة ، (وات/م^2)

SC_s = معامل شفافية زجاج فتحة الإنارة العلوية

SF_s = معامل الاشعاع الشمسى لفتحة الإنارة العلوية ، = (629.3) للقاهرة بالنسبة للسطح الأفقى.

TD_{eqr} = فرق درجة الحرارة المكافئة ، (س^o)

U_r = الانتقالية الحرارية للجزء المعتم من مساحة السقف المعرض (وات/م^2. س^o)

U_s = الانتقالية الحرارية لفتحة الإنارة العلوية ، (م^2)

α = إمتصاصية السطح المعرض

ΔT_s = الفرق بين درجات الحرارة التصميمية الخارجية والداخلية ، (س^o)

وبالنسبة لمساحة السطح المعرض A_o ، يجب أن تشمل مساحة الجزء المعتم ومساحة فتحات الإضاءة العلوية للأجزاء المعرضة وأيضاً الأسطح المعرضة للأماكن غير المكيفة المغلقة وعندما يتكون السطح المعرض من أكثر من نوع سقف وأكثر من فتحة إضاءة علوية مختلفة فإن الناقلية الحرارية تحسب طبقاً للمعادلات التالية :

$$(A_{r1}.U_{r1}.TD_{eqr1}) + Ar2.Ur2.TD_{eqr2}) + \ldots\ldots\ldots \text{ etc.} \qquad (د-٦)$$

$$A_{s1}\ U_{s1}\ \Delta T_o + A_{s2}\ U_{s2}\ \Delta T_o + \ldots\ldots\ldots\text{etc} \qquad (د-٧)$$

$$A_{s1}\ SF_1\ SC_1\ CF_1\ (1 - SGR_1) + A_{s2}\ SF_2\ SC_2\ CF_2\ (1 - SGR_2) \ldots\ \text{etc.} \qquad (د-٨)$$

ولحساب الناقليه الحرارية الكلية للحوائط (OTTV) فإن حساب الناقليه الحرارية للواجهات المختلفة تختلف نتيجة اختلاف مواد البناء ومساحة الفتحات وكمية الطاقة الشمسية الساقطة على كل واجهة . ومن الضرورى حساب الناقليه الحرارية لكل واجهة على حدة ثم حساب الناقلية الحرارية الكلية لحوائط المبنى طبقاً للمعادلة التالية :

$$OTTV_w = \frac{(OTTV_{w1}.A_{W1}) + (OTTV_{w2}.A_{w2}) + \ldots\ldots}{(A_{w1} + A_{w2} + \ldots\ldots + A_{wn})} \qquad (د-٩)$$

وبالمثل يمكن حساب الناقلية الحرارية الكلية للأسقف كما يلى :

$$OTTV_r = \frac{(OTTV_{r1}.A_{r1})+(OTTV_{r2}.A_{r2})+.....}{(A_{r1}+A_{r2}+.....+A_{rn})} \qquad (د-١٠)$$

ويجب ألا تعامل الناقلية الحرارية الكلية للحوائط مثل الأسقف المعرض بل يجب الفصل بينهما .

٢ - حساب فرق درجات الحرارة المكافئة للجزء المعتم (TD_{eq})

من المعروف أن المبنى يتعرض للطاقة الشمسية خلال ساعات النهار وبشكل دورى كما يتعرض للتغير الدورى فى درجات حرارة الهواء الخارجى وينتج من ذلك فرق فى درجات حرارة الأسطح الخارجية والداخلية وهذا الفرق يمكن حسابه طبقاً للمعادلة التالية :

$$q = A.\ U_o.\ TD_{eq}. \qquad (د-١١)$$

ويعتمد حساب درجة الحرارة المكافئة TDeq على كثافة ، ونوع مادة البناء ودرجة التعرض ، وزمن التعرض خلال اليوم للاشعاع الشمسى ، والتوجيه الجغرافي ودرجة الحرارة التصميمية. ولتبسيط عملية الحسابات فى الناقلية الحرارية الكلية OTTV فإن قيمة TD_{eqr} للمواد الإنشائية المختلفة المستخدمة فى الحوائط والأسقف تحسب طبقاً لما يلى :

٢-١ بالنسبة للحوائط :

يمكن استخدام المعادلة (د-١٢) أو الجدول (د-١) :

$$TD_{eqw} = 26.7 - 0.037.\ W_T \qquad (د-١٢)$$

حيث :

W_T وزن المتر المربع من الجزء المعتم فى الحوائط (Kg/m^2)

٢-٢ بالنسبة للأسقف :

يمكن حساب TD_{eqr} للأسقف طبقاً للجدول رقم (د-١)

جدول (د-١) فرق درجة الحرارة المكافئة TD_{eqr} للأسقف المعرضة

$U_r/T_c(s^{-1})$	٠,٣٦	٠,٤٢	٠,٤٨	٠,٥٤	٠,٩٦	١,٣٢	١,٣٢	١,٦٨	٢,٠٤	٢,٤٠	٦,٠
TDeqr (°C)	١٦,٧	١٩,٥	٢٢,٢	٢٥,٠	٣٠,٦	٣٣,٦	٣٣,٣	٣٦,١	٣٨,٩	٤١,٧	٤٤,٤

حيث :

T_c = الحرارة النوعية × الكثافة × التخانة

$= (m/1000) \times (kg/m^3) \times (kJ/kg.^oC)$

U_r = الإنتقالية الحرارية للجزء المعتم من السقف ، (وات/م^{2}س^o)

وفى حالة تعدد طبقات السقف فإن قيمة Tc تحسب طبقاً للمعادلة

$$T_c = \Sigma \rho_i C_{pi} L_i \qquad (د-١٣)$$

حيث :

ρ_i = كثافة الطبقة رقم i ، (kg/m^3)

C_{pi} = الحرارة النوعية للطبقة رقم i ، $(J/kg.\ ^oC)$

L_i = تخانة الطبقة رقم i ، (م)

يمكن استخدام العلاقة التقريبية التالية لحساب TD_{eqr}

$$TD_{eqr} = 29.2 + 5.6 \times U_r/T_c - 1.12\ (U_r/T_c)^2 \qquad (د-١٤)$$

٣ - المعامل الشمسى للواجهة Solar Factor (SF)

لحساب الناقلية الحرارية للغلاف الخارجى فإن حساب المعامل الشمسى للواجهات المختلفة والسقف لبعض المدن المصرية الممثلة للأقاليم المناخية المختلفة أنظر للجدول رقم (د-٢) لكل الاتجاهات المختلفة .

جدول رقم (د-٢) معامل الإشعاع الشمسى لبعض المدن المصرية الممثلة للأقاليم المناخية المختلفة (وات/م٢)

الاتجاه	شمال	شمال الشرق	الشرق	جنوب الشرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	غرب الشمال	السقف
الإسكندرية (اقليم الساحل الشمالى)	١١١	١٩١	٣٢٦	٤٠٩	٤١٩	٤٠٩	٣٢٦	١٩١	٦٢٠
القاهرة (اقليم الدلتا والقاهرة)	١١٣	١٩٥	٣٣٠	٤٠٨	٤١٥	٤٠٨	٣٣٠	١٩٥	٦٢٩
المنيا (اقليم شمال الصعيد)	١١٧	٢٠١	٣٣٤	٤٠١	٤٠٢	٤٠٣	٣٣٤	٢٠١	٦٤٣
أسيوط (اقليم جنوب الصعيد)	١٢٨	٢٢٠	٣٤٩	٣٩٥	٣٧٦	٣٩٥	٣٤٩	٢٢٠	٦٧٨
الغردقة (اقليم الساحل الشرقى)	١١٨	٢٠٤	٣٣٦	٤٠١	٣٩٧	٤٠١	٣٣٦	٢٠٤	٦٤٨
الطور (اقليم الهضاب المرتفعة)	١١٣	١٩٤	٣٢٩	٤٠٨	٤١٥	٤٠٠	٣٢٩	١٩٤	٦٢٧
الخارجة (اقليم الصحراء)	١٢٢	٢١١	٣٤١	٣٩٨	٣٨٧	٣٩٨	٣٤١	٢١١	٦٦١
أسوان (اقليم جنوب مصر)	١٢٦	٢١٦	٣٤٦	٣٩٦	٣٨٠	٣٩٦	٣٤٦	٢١٦	٦٧٢

٤ - معامل تصحيح النافذة

معامل تصحيح النافذة هو معامل يؤدى إلى تصحيح قيمة معامل الاشعاع الشمسى خلال شهر يونيو لبعض المدن المصرية الممثلة للأقاليم المناخية المختلفة .

جدول رقم (د-٣) معامل تصحيح الواجهات CF

الاتجاه	شمال	شمال الشرق	الشرق	جنوب الشرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	غرب الشمال
الإسكندرية اقليم الساحل الشمالى	٠,٦٣	١,٠٥	١,٢٧	١,٠٥	٠,٦٣	١,٠٥	١,٢٧	١,٠٥
القاهرة اقليم الدلتا والقاهرة	٠,٦٥	١,٠٧	١,٢٧	١,٠٤	٠,٦	١,٠٤	١,٢٧	١,٠٧
المنيا اقليم شمال الصعيد	٠,٦٨	١,١٠	١,٢٨	١,٠١	٠,٥٦	١,٠١	١,٢٨	١,١١
أسيوط اقليم جنوب الصعيد	٠,٨١	١,١٦	١,٢٧	٠,٩٣	٠,٤٨	٠,٩٣	١,٢٧	١,١٦
الغردقة اقليم الساحل الشرقى	٠,٧٠	١,١١	١,٢٨	٠,٩٩	٠,٥٣	٠,٩٩	١,٢٨	١,١١
الطور اقليم الهضاب المرتفعة	٠,٦٤	١,٠٦	١,٢٧	١,٠٤	٠,٦١	١,٠٤	١,٢٧	١,٠٧
الخارجة اقليم الصحراء	٠,٧٤	١,١٣	١,٣٨	٠,٩٦	٠,٥٠	٠,٩٦	١,٢٨	١,١٣
أسوان اقليم جنوب مصر	٠,٧٧	١,١٥	١,٢٨	٠,٩٤	٠,٤٨	٠,٩٤	١,٢٨	١,١٥

ملحق هـ
التهوية الطبيعية والراحة الحرارية

هـ-١ الراحة الحرارية

من أهم أهداف التصميم المعماري السلبي هو توفير أكبر قدر من استهلاك الطاقة الخاصة بالتبريد صيفاً والتدفئة شتاء وكذلك تحقيق أكبر قدر من الراحة الحرارية للقاطنين داخل المنشآت. ويمكن تقدير درجة الشعور بالراحة الحرارية بعلاقة رياضية دالة في درجة النشاط (Activity Level) ومعدل التمثيل الغذائي (Metabolic Rate) - انظر جدول (هـ-٢) - ودرجة حرارة الجلد (Skin Temperature) والفقد الحراري من جسم الإنسان نتيجة للعرق (Sweating) .

يوجد سبعة متغيرات لتحديد الراحة الحرارية وهى كالآتي :

(١) درجة النشاط (W) ، (٢) التمثيل الغذائي (M) ، (٣) نوع الملابس (clo) ، (٤) سرعة الرياح (V_s) ، (٥) درجة الهواء الجافة (DBT) ، (٦) الرطوبة النسبية (RH) ، (٧) متوسط درجة حرارة الإشعاع (MRT).

ويمكن تقسيم الشعور بالظروف الحرارية طبقاً لدرجة الحرارة المؤثرة (Effective Temperature)كالأتي:

- شديد الحرارة > ٣٧,٥ س°
- حار ٣٤,٥- ٣٧,٥ س°
- يميل الى الحرارة ٢٥,٦- ٣٤,٥ س°
- مريح ٢٢,٢- ٢٥,٦ س°
- يميل إلي البرودة ١٧,٥- ٢٢,٢ س°
- بارد ١٤,٥- ١٧,٥ س°
- شديد البرودة < ١٤,٥ س°

هـ-٢ : تقدير حجم الهواء المتسرب/التهوية الطبيعية

يتحرك الهواء من مكان إلي آخر عن طريق :

أ - اختلاف الضغط الايروديناميكي.

ب - فرق الضغط لاختلاف درجات حرارة الهواء.

توجد طريقتان لحساب كمية الهواء المتسربة من/إلى فراغ المبنى:

هـ-٢-١ طريقة تغير حجم الهواء في الساعة Air Change Method

ويمكن حساب معدل التدفق الحراري بالتهوية الطبيعية (Q_V) بالعلاقة التالية :

$$Q_v = \rho_a \, Cp_a \, V \, \Delta T = 1200 \, V \, \Delta T \qquad (هـ-١)$$

حيث :

C_{pa} الحرارة النوعية للهواء = ١٠٠٠ جول / كجم . س°

V حجم هواء الحجرة م^3

ΔT الفرق بين درجتي حرارة الهواء الداخلي و الهواء الخارجي المظلل س°

ρ_a كثافة الهواء = ١,٢ كجم / م^3

ويمكن كتابة العلاقة السابقة بدلالة تغير حجم هواء الحجرة في الساعة (Air Change/hour- ACH) كالآتي :

$$Q_v = 1200 / 3600 \, n \, V \, \Delta T = 0.3 \, nV \, \Delta T = C_v \, \Delta T \qquad (هـ-٢)$$

حيث :

C_v معامل التهوية الطبيعية (وات / س°)

n عدد مرات تغير حجم الهواء في الساعة

بحيث تكون :

$$C_v = 1/3 \quad n \, V \qquad (هـ-٣)$$

ويمكن تقدير قيمة عدد مرات تغير حجم هواء الحجرة فى الساعة من العلاقة التالية :

$$\left.\begin{array}{ll} n = 0.49 + 0.09 \, V_s & \text{للنوافذ المغلقة} \\ n = 1.03 + 0.29 \, V_s^2 & \text{للنوافذ المفتوحة} \end{array}\right\} \qquad (هـ-٤)$$

حيث :

V_s = سرعة الرياح في الموقع ، (م/ث).

تعتبر حركة الهواء أحد عناصر المناخ التي تؤثر على التصميم و التشكيل المعماري للمباني و الفراغات ، لذلك يجب على المخطط البيئي و المهندس المعماري الاهتمام بدارسة حركة الهواء حول المباني وداخلها .

هـ-٢-٢ طريقة الشروخ Crack Method

بزيادة سرعة الرياح في الموقع يزداد معدل التسرب الحراري من خلال الشقوق أو الفتحات مما يؤثر على أحمال التبريد صيفاً أو التدفئة شتاء. يمكن تقدير معدل التسرب في حالة وجود فتحات متوازية متقابلة رأسية على ارتفاعات مختلفة من العلاقات التالية وذلك بتقدير معدل تدفق الهواء (Q).

$$Q = C\ L\ (\Delta P)^{0.6} \qquad (هـ-٥)$$

حيث :

L طول الشرخ الكلي ، (م)

وتأخذ C القيم التالية:

C = ١ في حالة الفتحات المحكمة (شقوق صغيرة مع مانع أتربة)

C = ٢ في حالة الفتحات متوسط الإحكام (شقوق كبيرة مع مانع أتربة)

C = ٦ في حالة الفتحات غير محكمة (شقوق مع عدم وجود مانع أتربة)

يمكن حساب طول الشرخ الكلى (L) الذي يسبب التسرب الحراري من مساحة كل من الشبابيك، (A_{wd}) والباب (A_{dr}). طول الشرخ الكلي(L) يمكن حسابه من العلاقة التقريبية التالية :

$$L = 2\ (5\ A_{wd} + A_{dr}) \qquad (هـ-٦)$$

المجموع الجبري لقوى الضغوط لكل من الرياح والحرارة كالآتي :

$$(\Delta P) = (\Delta P)_{wn} + (\Delta P)_{st} \qquad (هـ-٧)$$

يمكن حساب فرق ضغط الرياح ($(\Delta P)_{wn}$) بمعلومية معامل الضغط على المبنى ومعلومية معامل الضغط (Discharge Coefficient، C_d =٠,٨) وسرعة الرياح بالموقع:

$$(\Delta P)_{wn} = 0.5\ C_s C_d\ \rho_a V^2_s \qquad (هـ-٨)$$

- يمكن الاستعانة بالجدول (هـ – ٢) لتعين فرق الضغط نتيجة تأثير الرياح طبقا لسرعة الهواء الخارجي وارتفاع المبنى.

معامل الإعاقة C_s (Shielding Coefficient) دالة في الموقع :

C_s = ١ (خارج المدينة)

C_s = ٠,٥٥ (حدود المدينة)

C_s = ٠,٣٣ (وسط المدينة)

يمكن حساب فرق ضغط الاختلاف فى درجات الحرارة من العلاقة التالية:

$$(\Delta P)_{st} = .043\ H\ (T_{ai} - T_{ao}) \qquad (هـ-٩)$$

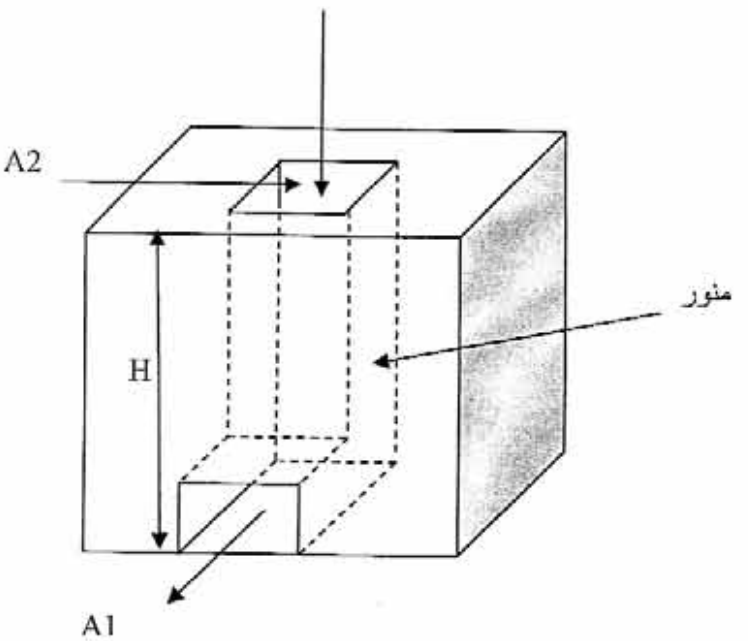
حيث أن :

H = ارتفاع المنزل (من جلسة الشباك إلي نهاية دروة المبنى)، (م)

T_{ai} = درجة حرارة الهواء الداخلي، س°

T_{ao} = درجة حرارة الهواء الخارجى، س°

- يوضح الشكل (هـ–١) إتجاه حركة الهواء داخل المنور طبقاً لفروق الضغط ودرجات الحرارة.



شكل (هـ ١) : رسم يوضح اتجاه حركة الهواء داخل منور الهواء

جدول (هـ-١) معدل الفقد بالتمثيل الغذائي للأنشطة المختلفة

النشاط	معدل الفقد الحراري للتمثيل الغذائي (وات/ م^2)
نائم	٤٦
جالس، ارتخاء	٥٨
واقف	٧٠
حركة خفيفة (أعمال مكتبية ، مدرسية ، معملية ، منزلية)	٧٠
حركة متوسطة (شراء ، أعمال معملية ، صناعات خفيفة)	٩٣
حركة منتظمة (داخل محلات ،العمل على آلآت ، أعمال منزلية)	١١٦
نشاط متوسط (أعمال ميكانيكية ثقيلة ، أعمال الجراجات)	١٦٥

جدول (هـ-٢) : فرق الضغوط (ΔP) نتيجة لتأثير الرياح

ارتفاع المبنى (متر)	متوسط فرق الضغوط على المبنى طبقاً لموقعه وسرعة الرياح بالموقع (نيوتن/م^2)		
	مناطق شديدة التعرض خارج المدينة (٩ م/ث)	المناطق المعتدلة حدود المدينة (٦ م/ث)	المناطق المحمية وسط المدينة (٣ م/ث)
١٠	٥٨	٢١	٦
٢٠	٧٠	٣١	١١
٣٠	٧٨	٣٨	١٥
٤٠	٨٥	٤٤	٢١
٥٠	٩٠	٤٩	٢٣
٦٠	٩٥	٥٥	٢٦
٧٠	١٠٠	٥٩	٣١
٨٠	١٠٤	٦٣	٣٤
٩٠	١٠٧	٦٧	٣٧
١٠٠	١١١	٧١	٤٠

ملحق و
نظم الإضاءة الاصطناعية

و-١ معدات الإضاءة

و-١-١ أنواع المصابيح

و-١-١-١ المصابيح المتوهجة

تسمى أيضا المصابيح ذات الفتيلة وينتج الضوء فى المصابيح المتوهجة بتسخين الفتيلة وتوهجها عند مرور تيار كهربائى بها فى وسط مفرغ .

تصل قيمة تيار بداية التشغيل إلى حوالى ١٤ مرة من التيار المقنن للمصباح ، ويستقر إلى قيمتة المقننة بعد زمن مقدارة حوالى ٤٠ ملى ثانية للمصابيح ذات القدرات الصغيرة ويرتفع هذا الزمن قليلاً للمصابيح ذات القدرات العالية .

و-١-١-٢ المصابيح الفلورية

يتكون المصباح من أنبوبة مملوءة بغاز خامل عادة غاز الأرجون عند ضغط منخفض وبعض نقط من الزئبق . وقطبين من فتيلة سلك مكسوة بالتنجستين ويجهز المصباح بكابح للتيار (Ballast) وبادئ تشغيل Starter .

ونظراً لأن الزئبق له خواص سمية فإنه يمثل خطراً على البيئة المحيطة ، فقد استبدل فى التقنيات الحديثة بالكبريت والذى يقوم بتوليد الإشعاعات والتى تثير الطبقة الفلورية الداخلية للمصباح وهذه الطريقة لا تمثل أى خطورة على البيئة المحيطة .

تتراوح قدرات المصابيح الفلورية من ١٠، ٢٠، ٤٠، ٨٠ وات وتمتاز بالآتى :

- كفاءة عالية تتعدى ٧٠ ليومن / وات تقريباً .
- توزيع وانتشار جيد للضوء .
- انخفاض الحرارة المنبعثة منها .
- عمر تشغيل طويل (من ٥٠٠٠ – ١٠٠٠٠ ساعة).

ومن عيوبها :

- ضوضاء ناتجة عن كوابح التيار.

- الفقد فى القدرة الكهربائية والناتج عن كوابح التيار .
- الارتعاش .

بادئ التشغيل

الغرض من استخدام بادئ التشغيل :

- إكمال دائرة المصدر فى البداية لتسخين الأقطاب .
- فتح الدائرة لتجهيز جهد بداية الإشعال ويوجد نوعان من بادئ التشغيل
- نوع توهجى Glow type
- نوع حرارى Thermal type

توجد بعض أنواع من المصابيح الفلورية والتى لا تحتاج إلى بادئ تشغيل وتعرف باسم مصابيح البادية اللحظية (Instant – Start) .

و-١-١-٣ المصابيح الفلورية المدمجة (الموفرة للطاقة)
Compact Flourescent Lamps (CFL)

وهى من أهم الوسائل الموصى بها لترشيد الطاقة حيث تستهلك المصابيح الفلورية المدمجة من ٢٠% إلى ٢٥% للقدرة المستخدمة لمثيلاتها من المصابيح المتوهجة لإنتاج الفيض الضوئى نفسه. يبلغ العمر الإفتراضى للتشغيل للمصابيح الفلورية المدمجة حوالى ١٠٠٠٠ ساعة أى ١٠ أمثال العمر الافتراضى للتشغيل للمصابيح المتوهجة .

يصدر الضوء من هذ النوع من المصابيح بالنظرية نفسها للمصابيح الفلورية ذات تفريغ غاز ضغط منخفض . وتنقسم المصابيح الفلورية المدمجة إلى نوعين رئيسين :

١- مصابيح فلورية مدمجة تعمل بكابح تيار مغناطيسى طراز ديلوكس (D) .
٢- مصابيح فلورية مدمجة طراز ديلوكس (S) وتستخدم كابح تيار إلكترونى مدمج برأس المصباح مشكلاً وحدة متكاملة ويكون المصباح من النوع ذى المسارين أو اللولبى كما توجد مفاتيح فلورية مدمجة وتعمل بكابح تيار منفصل .

و-١-٢ كابحات التيار **Ballast**

معدات تستخدم لبداية تشغيل مصابيح التفريغ الغازى واستمرارية التشغيل والوظيفة الرئيسية لكابحات التيار هى :

- تجهيز جهد البداية
- تنظيم التيار الكهربائى المار خلال المصباح للوصول إلى الاستقرار فى الضوء الصادر .
- فى بعض كابحات التيار ذات السرعة العالية لبداية التشغيل ، تستخدم هذه الكابحات لإمداد الكاثود (المهبط) بالطاقة اللازمة لتسخينه .

تنقسم كابحات التيار إلى نوعين رئيسيين :

١- كابحات التيار الكهرومغناطيسية .

٢- كابحات التيار الإلكترونية .

و-١-٢-١ كابحات التيار الكهرومغناطيسية Electromagnetic Ballast

يتكون كابح التيار الكهرومغناطيسى من قلب حديدى وملف ، ونتيجة مرور التيار الكهربائى فإن جزءاً من الطاقة الكهربائية يتبدد فى شكل فقد كهربائى ، أساسا الفقد فى الملف (I^2R)، ويعتمد على طول ومقطع ونوعية سلك الملف ، وكذلك الفقد فى القلب الحديدى . يؤدى هذا الفقد الكهربائى إلى سخونة الملف ، وتبلغ نسبة الفقد فى كابحات التيار الكهرومغناطيسية من ١٥٪ - ٢٥٪ من القدرة الإسمية للمصباح .

ولتحسين نسبة الفقد يصنع القلب الحديدى من رقائق الصلب عالى الجودة ، وكذلك إستخدام سلك نحاس عالى الكفاءة وبعدد لفات محددة للتحكم فى الفقد الكهربائى (I^2R) وهذه الكوابح المحسنة تتراوح نسبة الفقد فيها ١٠-١٢٪ من القدرة الإسمية للمصباح وهذا التحسن فى الفقد الكهربائى للمصباح يؤدى أيضا إلى زيادة العمر الافتراضى للتشغيل .

و-١-٢-٢ كابحات التيار الإلكترونية Electronic Ballasts

تعمل كابحات التيار الكهرومغناطيسية عند تردد ٥٠ هرتز أو ٦٠ هرتز بينما يتراوح تردد التيار فى الكوابح الإلكترونية من ٢٠ كيلو هرتز - ٦٠ كيلو هرتز .

وأهم مميزات كوابح التيار الإلكترونية الآتى :

- زيادة كفاءة المصباح المستخدم لكوابح التيار الإلكترونية وبالتالى ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية ممثلاً لمصباح فلورسنت ذى كفاءة عالية (من طراز T8) عند استخدامة لكابح تيار إلكترونى تصل كفاءتة إلى ٩٥ ليومن / وات ، بينما لا تتعدى هذه القيمة ٧٠ ليومن/وات عند استخدام كابح تيار كهرومغناطيسى .

- زيادة معامل القدرة للمصباح ، حيث يتراوح معامل القدرة فى حالة الكوابح الإلكترونية بين ٩٠ – ٩٨٪ ، بينما تصل القيمة المناظرة فى حالة الكوابح الكهرومغناطيسية أقل من ٨٠٪ فى حالة عدم استخدام مكثف .
- تقليل الإشعال المتقطع (Flicker) ، وذلك لأنه فى حالة استخدام كوابح تيار كهرومغناطيسى يعمل عند تردد ٥٠ هرتز فإن دورة القوس الكهربائى حوالى ١٠٠ مرة فى الثانية ، وبالتالى فإنه يمكن الإحساس بالإشعال المتقطع خصوصاً إذا كان المصباح قديماً نسبياً فى حالة التشغيل العادى إلا فى حالة التعتيم الجزئى للمصباح (50% dimming) بينما فى حالة الكوابح الإلكترونية فإن دورة القوس عدة آلاف فى الثانية الواحدة مما يؤدى إلى عدم الإحساس بظاهرة الإشعال المتقطع حتى فى حالة تشغيل المصباح بحوالى ٥٠٪ من عمره الإفتراضى .
- تقليل الضوضاء الصادرة من الكوابح ، لأنه فى حالة استخدام الكوابح الكهرومغناطيسية والتى تستخدم ملفات ورقائق من الصلب فى تكوينها يصدر عنها ضوضاء وطنين يمكن إحساسه بالأذن البشرية ، وهذه الضوضاء تزداد بازدياد عمر تشغيل الكابح ، بينما تقل هذه الضوضاء إلى حد كبير فى الكوابح الإلكترونية نظراً لإستخدامها مكونات إلكترونية فى تكوينها.
- يوضح جدول (و–١) مقارنة بين الكوابح الكهرومغناطيسية والكوابح الإلكترونية .

جدول (و-١) مقارنة بين كوابح التيار الإلكترونية والكهرومغناطيسية

أوجة المقارنة	كابح تيار إلكترونى	كابح تيار كهرومغناطيسى
الوزن	خفيف الوزن حيث أن مكوناته من الترانزستور أو الدوائر المتكاملة	تقيل الوزن نظراً لوجود القلب من الصلب والملف
الحجم	صغير الحجم	كبير الحجم
بادئ التشغيل	مسئولا عن الإشعال والحد من التيار	يضاف إلية بادئ تشغيل
الفقد الكهربائى	فقد كهربائى منخفض (تقريبا نصف الكابح الكهرومغناطيسى)	فقد كهربائى عالى نتيجة الفقد فى القلب الحديدى والملف
فترة الأشعال	يحدث إشعال للمصباح لحظياً مع التشغيل وبدون إشعال متقطع	يحتاج إلى فترة زمنية قصيرة لبداية الإشعال
العمر الافتراضى للتشغيل	عمر التشغيل أطول (٣ أمثال الكابح الكهرومغناطيسى)	عمر تشغيل أقل
الجهد المخفض	يعمل عند الجهد المنخفض (أقل من الجهد المقنن)	تقل الكفاءة بانخفاض الجهد
ظاهرة الارتعاش	يضىء بدون ارتعاش	يحدث ارتعاش عند بداية التشغيل

و-٢ وحدات الإضاءة Luminaries

و-٢-١ عام

تتكون وحدات الإضاءة الكاملة من الآتى :

١ - المصابيح وكوابح التيار لتحويل القدرة الكهربائية إلى ضوء .

٢ - قواعد المصابيح وأجهزة بدء الإشعال .

٣ – وسائل توصيل المصدر الكهربائى للوحدة .

٤ – علبة أو غطاء لوحدة الإضاءة لتوزيع وتوجية الضوء

٥ – النظام البصرى (Optical System) للتحكم وتوزيع الإضاءة و يشمل واحد أو أكثر من المكونات الآتية :

أ- العواكس (Reflectors) تعيد توجية الضوء باستخدام مبدأ الانعكاس وتحسين أداء وحدات الإضاءة الفلورية برفع معامل الأنعكاس الداخلى للوحدة .

ب- كاسر الضوء (Refractor) يعيد توجيه وانكسار الضوء .

ج- العدسات (Lenses) تصنع من مواد شفافة ذات شكل منشورى لتغيير اتجاه الضوء المار بها . تعتبر عدسات البوليستيرين هى أقل تكلفة ولكنها تغير لونها إلى اللون البنى – الأصفر بسب تأثير الأشعة فوق البنفسجية من ضوء اللمبات بينما العدسات المصنوعة من الأكريلك (Acrylic) لا تتأثر بالضوء ولا يتغير لونها .

د- ناشر الضوء (Diffuser) ، ألواح من البلاستيك الأبيض وتستخدم لحماية المصابيح وتشتت الضوء بالتساوى فى جميع الأتجاهات أسفل مستوى السقف وتخفض مصدر التوهج الضوئى .

هـ- الشرائح المعدنية المشقوقة (Louvers) تتكون من شرائح من المعدن أو البلاستيك مرتبة فى شكل هندسى للتحكم فى توزيع الإضاءة وتمنع ظهور الضوء فى اتجاه بعض الزوايا.

و-٣ الإضاءة الطبيعية

يتكون الجدولان (٧-٤)،(٧-٥) من مجموعة من البدائل التصميمة المؤثرة على منسوب الإضاءة الطبيعية داخل فراغات الوحدات السكنية ويتم الاستعانة بهما فى المراحل التصميمية المختلفة. ويشمل الجدولان قيم لنسبة مساحة فتحة الضوء الطبيعي إلى مساحة الحائط الخارجى (WWR)، التوجيه الجغرافى ، زاوية العائق (θ)، معامل البروز (PF)، معامل نفاذية الزجاج المستخدم (VLT)، ونهو الأسطح الداخليه . ويمكن عند تحديد هذه العناصر التصميميه معرفة نجاح هذا البديل فى تحقيق منسوب الإضاءة الطبيعية المطلوبة أم لا (الأجزاء المظللة من الجدولين).

فمثلا فى حالة فراغ معيشى ذى نسبة مساحة فتحة الضوء الطبيعي إلى مساحة الحائط الخارجى الموجوده فيه(WWR) ٢٠% ، والتوجيه جنوبى ، زاوية العائق (θ) ٥٠°، معامل

البروز (PF) ٠,٦٠، معامل نفاذية الزجاج المستخدم (VLT) ٠,٤٠، ونهو الأسطح الداخليه داكن (د) فهذا يعنى أنه لا يمكن الاعتماد على الإضاءة الطبيعية وعندئذ يمكن للمصمم الاختيار بين استخدام نوع زجاج ذى معامل نفاذية (VLT) ≤٠,٦٠ و ونهو الأسطح الداخليه بمواد ذات معامل انعكاس فاتحة (ف) أو متوسطة (م)، أو إن أمكن زيادة مساحة فتحة الضوء الطبيعي إلى ≤ ٢٥ ,٠ واستخدام نوع زجاج ذى معامل نفاذية (VLT) ≤٠,٦٠

جدول (٧-٥) البدائل التصميمية التى يمكن الاختيار بينها بالنسبة للفراغات المعيشية

مساحة النافذه / مساحة الحائط % (WWR)	التوجيه	زاوية العائق (θ)	معامل البروز (PF)	نفاذية الزجاج (VLT)	نهو الأسطح الداخلية		
					د	م	ف
١٥ < WWR ≤ ٢٥	شمالى	صفر ≤θ< ٤٥	لا يوجد بروز	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
			٠,٥٠ < PF ≤ ٠,٧٠	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
		٤٥ ≤θ< ٦٠	لا يوجد بروز	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
			٠,٥٠ < PF ≤ ٠,٧٠	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
	جنوبى	صفر ≤θ< ٤٥	لا يوجد بروز	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
			٠,٥٠ < PF ≤ ٠,٧٠	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
		٤٥ ≤θ< ٦٠	لا يوجد بروز	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف
			٠,٥٠ < PF ≤ ٠,٧٠	٠,٦٠≤VLT	د	م	ف
				٠,٣٥ ≤ VLT < ٠,٦٠	د	م	ف

بديل تصميمى يحقق منسوب الإضاءة الطبيعية المطلوب

بديل تصميمى لا يحقق منسوب الإضاءة الطبيعية المطلوب

مواد نهو الأسطح الداخلية :

فاتحة (ف) معامل انعكاس السقف ٨٠% ، الحوائط ٨٠% ، الأرضية ٢٠%.

متوسطة (م) معامل انعكاس السقف ٨٠% ، الحوائط ٦٠% ، الأرضية ٢٠%.

داكنـــــة (د) معامل انعكاس السقف ٦٠% ، الحوائط ٤٠% ، الأرضية ٢٠%.

ملحق (ز)

نظم توزيع القوى الكهربائية

ز-١ استهلاك القوى

معرفة المستهلك بمقدار استهلاك الطاقة الكهربية الفعلى للأجهزة تعتبر ضرورية حتى يمكنه اختيار الأجهزة التى يرغب فى شرائها بطريقة أفضل .

تم قياس القدرة الكهربائية للأجهزة المنزلية شائعة الاستخدام ويوضح الجدول (ز-١) متوسط قيم هذه الكميات للاسترشاد بها.

جدول (ز-١)

متوسط قيمة القدرة والتيار ومعامل القدرة ونسبة الاحتواء على التوافقيات الكلية للتيار لبعض الأجهزة الكهربائية

الجهاز أو المعدة	القدرة (وات)	التيار (أمبير)	معامل القدرة	التوافقيات الكلية للتيار %
فرن كهربائي	٢٠٠٠	٩	١	٥
مسطح تسخين (قرص)	٢٠٠٠	٩	١	٥
سخان مياه كهربائى	١٥٠٠	٦,٨	١	٥
مجفف ملابس	١٢٠٠	٦	٠,٩٠	٥
فرن ميكروويف	١٠٠٠	٥	٠,٩٠	٥
غسالة ملابس	١٠٠٠	٤,٧٨	٠,٩٥	٤٤
غسالة أطباق	١٠٠٠	٤,٧٨	٠,٩٥	٤٤
مكواة كهربائية	١٠٠٠	٤,٤٥	١	٢
فرن تسخين الخبز	١٠٠٠	٤,٤٥	١	٥
مكنسة كهربائية	١٠٠٠	٤,٧٨	٠,٩٥	٤٤
ماكينة تجهيز غذاء	١٠٠٠	٥	٠,٩٠	٦
مجفف شعر	١٠٠٠	٤,٧٨	٠,٩٥	٢
طابعة	٧٥٠	٣,٨	٠,٩٠	١٠
خلاط	٥٠٠	٢,٦٧	٠,٨٥	٥٠
طلمبة مياه	٥٠٠	٢,٣٩	٠,٩٥	٦
جهاز إنتاج الثلج	٢٥٠	١,٣	٠,٩٠	٣
مبرد مياه	٢٠٠	١	٠,٩٠	٤
ثلاجة	١٥٠	١,٤	٠,٥٠	٣
ديب فريزر	١٥٠	١,٤	٠,٥٠	٢
حاسب آلى	١٥٠	٠,٧٥	٠,٩٠	٥٠
ماكينة خياطة	١٢٥	٠,٦٠	٠,٩٠	٢
تليفزيون	١٠٠	٠,٥٠	٠,٩٠	٥٥

تابع جدول (ز-١)

متوسط قيمة القدرة والتيار ومعامل القدرة ونسبة الاحتواء على التوافقيات الكلية للتيار لبعض الأجهزة الكهربائية

الجهاز أو المعدة	القدرة (وات)	التيار (أمبير)	معامل القدرة	التوافقيات الكلية للتيار %
نظام إذاعة إستريو	١٠٠	٠,٥٠	٠,٩٠	٦٠
مستقبل أقمار صناعية	١٠٠	٠,٥٠	٠,٩٠	٥٠
مروحة	٦٠	٠,٢٨	٠,٩٥	١٠
جهاز إتصال داخلى	٥٠	٠,٢٥	٠,٩٠	٥٥
مسجل فيديو	٥٠	٠,٢٥	٠,٩٠	٤٠
استيريو متنقل	٣٠	٠,١٥	٠,٩٠	٥٥
جهاز فيديو جيم	٣٠	٠,١٠	٠,٩٠	٥٥

ز – ٢ كفاءة محولات القوى

يتكون الفقد فى المحولات من جزئين رئيسيين – فقد اللاحمل وفقد الحمل. ويمثل فقد اللاحمل التخلف المغناطيسى (Hysteresis Losses) وفقد التيارات الدوامية (Eddy Current) وفقدالنحاس نتيجة تيارات اللاحمل والفقد الشارد (Stray) وفقد المواد العازلة (Dielectric) التى تؤخذ فى الاعتبار فى القلب الحديدى للمحول بغض النظر عن عدم مسئولية حمل المحول عنها. وفقد الحمل عبارة عن الفقد فى موصلات ملفات المحول نتيجة مرور التيار بها، وهو يتناسب مع مربع تيار الحمل.

ويمكن تخفيض فقد اللاحمل فى الاستثمارات العالية بتحسين تصميم وإنتاج القلب الحديدى، ويتم تخفيض فقد الحمل باستخدام ملفات ذات مقطع أكبر للموصلات.

يحقق المقنن المناسب للمحول أقل فقد كلى بينما يسبب المقنن الأكبر للمحول فقد أكبر عند اللاحمل. أما اختيار المقنن الأصغر للمحول فينتج عنه فقد أكبر عند الحمل، لذا فإن اختيار المقنن المناسب للمحول يحقق الكفاءة المثلى فى حالة الحمل خلال العمر الافتراضي للمحول.

ز– ٣ إستخدام المقاطع الاكبر من الكابلات

ز ٣–١ المقاطع الأعلى للكابلات وتحليل التكاليف

يعتبر استخدام المقاطع الاكبر لكابلات القوى من أحد أوجه تخفيض استهلاك الطاقة لتقليل الفقـــــــد (I^2R)، وزيادة مساحة المقطع للكابلات يقلل المقاومة للكابل (R) على النحو التالى:

- للقطاعات من ٢,٥ حتى ٣٥ مم^{٢} يتم تخفيض المقاومة بنسبة ٣٠ – ٤٠ % عند إستخدام المقطع القياسى الأعلى.
- للقطاعات من ٣٥ حتى ٢٤٠ مم^{٢} يتم تخفيض المقاومة بنسبة ٢٠ – ٣٠ % عند إستخدام المقطع القياسى الأعلى.

يحدد مقطع الكابل بصفة عامة بتوصيف أقل مقطع يحقق المتطلبات الفنية الآتية :

- السماح بمرور تيار دائم فى ظل ظروف التشغيل الموجودة.
- تحمل مرور تيار القصر عند حالة العطل.
- عدم تعدى هبوط الجهد الحدود المسموح بها.

ويجدر الإشارة بأن استخدام المقطع القياسى الأعلى يخفض من هبوط الجهد فى الدوائر الفرعية مما يتيح الانتفاع بالأجهزة الكهربائية لتعمل بكفاءة أعلى بالإضافة إلى إمكانية تحميل الأسلاك والكابلات بأحمال أعلى.

ز٣-٢ التقييم الاقتصادى لاستخدام المقاطع الأعلى للكابلات

يؤدى استخدام الموصلات ذات المقاطع الأكبر إلى تقليل تكلفة الفقد فى الطاقة على أن يؤخذ فى الاعتبار التكاليف الكلية الفعلية. وتؤدى تكاليف الفقد فى الطاقة إلى التشجيع على إستخدام المقاطع الأعلى للكابلات ويتوقف التقييم الاقتصادى لاستخدام القطاع الأعلى للكابلات على عدة عوامل منها المقطع المطلوب للكابل، نسبة التحميل ، عدد ساعات التشغيل فى السنة، طريقة التركيب، انعكاس تكاليف العمالة والمواد اللازمة للتركيب على استخدام المقطع الأعلى، سعر الطاقة الكهربائية ومدة استرداد قيمة الزيادة السعرية.

ويوضح المثال التالى قيمة الوفر فى الطاقة الكلية نتيجة زيادة مساحة مقطع الكابلات أحادية القلب (الموصل) ورباعية القلب (الموصلات)، وذلك بافتراض :

- طول الكابل = ١٠٠م
- قيمة التيار = ٠,٥ قيمة التيار الاعتبارى للمقطع المفترض للكابل.
- عدد ساعات التشغيل اليومى = ٨ ساعات
- متوسط تعريفة استهلاك الطاقة = ٠,١ جنيه/ ك وات ساعة.

ز-٣-٢-١ الكابلات أحادية القلب (الموصل)

عند استخدام المقاطع الأكبر للكابلات النحاسية من ١,٥ – ١٦ مم^2 ، يمكن حساب قيمة الوفر فى الطاقة الكلية من العلاقة الآتية :

$$\text{Saving} = I^2 \frac{\Delta R}{1000} \text{x hrs/day x 365 day x tarrif (LE/kWhr) x N} \qquad \text{L.E}$$

$$= I^2 \frac{\Delta R}{1000} \text{x 8 x 365 x 0.1 x N} = 0.292 \times I^2 \times \Delta R \times N \qquad \text{L.E} \quad (ز-١)$$

حيث :

I : شدة التيار بالأمبير

ΔR : التغير فى المقاومة لكابل بطول ١٠٠ متر نتيجة استخدام المقطع الأعلى

N : عدد سنوات استرداد قيمة الزيادة السعرية

مدة استرداد الزيادة المدفوعة بالسنوات والتى يكون عندها قيمة الوفر فى الطاقة مساوياً قيمة الزيادة فى السعر بين الكابل المحسوب فقط والكابل الأعلى فى مساحة المقطع تعطى من العلاقة:

$$N = \Delta C / (0.292\, I^2\, \Delta R) \qquad \text{years} \qquad (ز-٢)$$

ΔC = الزيادة فى تكلفة الكابل = C1 – C

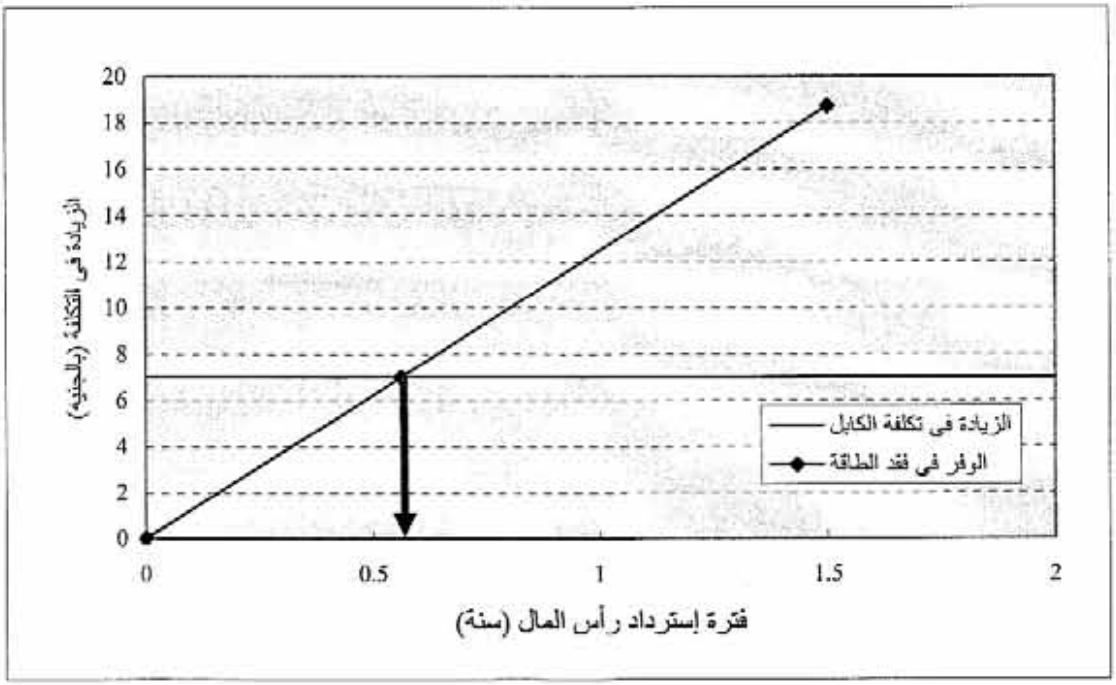
C1 : ثمن ١٠٠م من الكابل ذى المقطع الأعلى

C : ثمن ١٠٠ م من الكابل الاصلى .

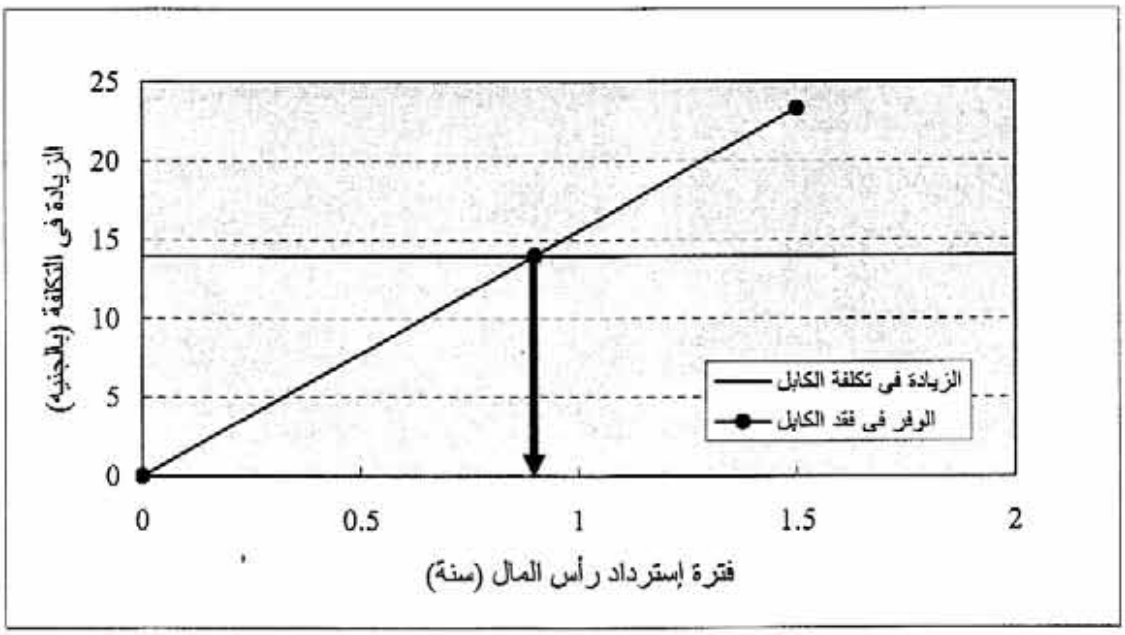
توضح الأشكال التالية فترة إسترداد الزيادة المدفوعة عند إستخدام المقطع الأعلى من ١,٥ إلى ٢مم^2 شكل (ز-١)، ومن ١,٥ إلى ٢,٥ مم^2 شكل (ز -٢).

وبنفس الأسلوب يمكن حساب فترة الاسترداد مقابل استخدام أية مقاطع أعلى.

يوضح الجدول رقم (ز-٤) فترة الاسترداد نتيجة لاستخدام المقطع الأعلى للكابلات.



شكل (ز-١) فترة الإسترداد نتيجة تغيير القطاع من ١,٥ مم٢ إلى ٢ مم٢



شكل (ز-٢) فترة الإسترداد نتيجة تغيير القطاع من ١,٥ مم^2 إلى٢,٥ مم^2

جدول (ز-٢) فترة استرداد الزيادة السعرية الناتجة من استخدام المقاطع الأكبر للكابلات أحادية الموصل

قطاع موصل الكابل (مم٢)	فترة استرداد الزيادة (سنة)						
	١	١,٥	٢	٢,٥	٣	٣,٥	٤
	عدد مراحل الزيادة للمقاطع الأكبر للكابلات						
١	٢	٤	—	—	—	—	—
١,٥	٢	٣	٤	—	—	—	—
٢	—	—	—	٢	٣	٤	—
٢,٥	١	—	٢	—	٣	—	٤
٣	—	—	١	—	٢	—	٣
٤	—	—	—	—	—	—	٢
٦	—	—	—	—	—	١	—
١٠	—	—	—	—	—	—	١

ز-٣-٢-٢ الكابلات رباعية الموصلات

يمكن حساب فترة استرداد قيمة الزيادة فى التكلفة من العلاقة التالية :

$$N = \Delta C \,(0.949\ I^2\ \Delta R) \qquad \text{years} \qquad (ز-٣)$$

يوضح جدول (ز-٣) فترة الاسترداد للزيادة نتيجة استخدام مقطع أعلى بخطوة أو بخطوتين قياسيتين للكابلات ذات الأربعة موصلات.

جدول (ز-٣) فترة استرداد الزيادة فى السعر للمقاطع الأعلى للكابلات رباعية الموصلات النحاسية

مقطع الموصل للكابل (مم٢)	عدد خطوات زيادة مساحة المقطع	
	١	٢
	فترة استرداد الزيادة السعرية (سنة)	
٤ x ٤	٥,٣٨	٦,٠٧
٦ x ٤	٤,٤٢	٩,٢٥
١٠ x ٤	١٠,٤	١٢,٢٥

ومن الأهمية أن نذكر أن فترة استرداد القيمة الزائدة يمكن أن تنخفض بزيادة اى من تيار الحمل ، عدد ساعات التشغيل اليومى و قيمة التعريفة للطاقة الكهربائية المستهلكة.

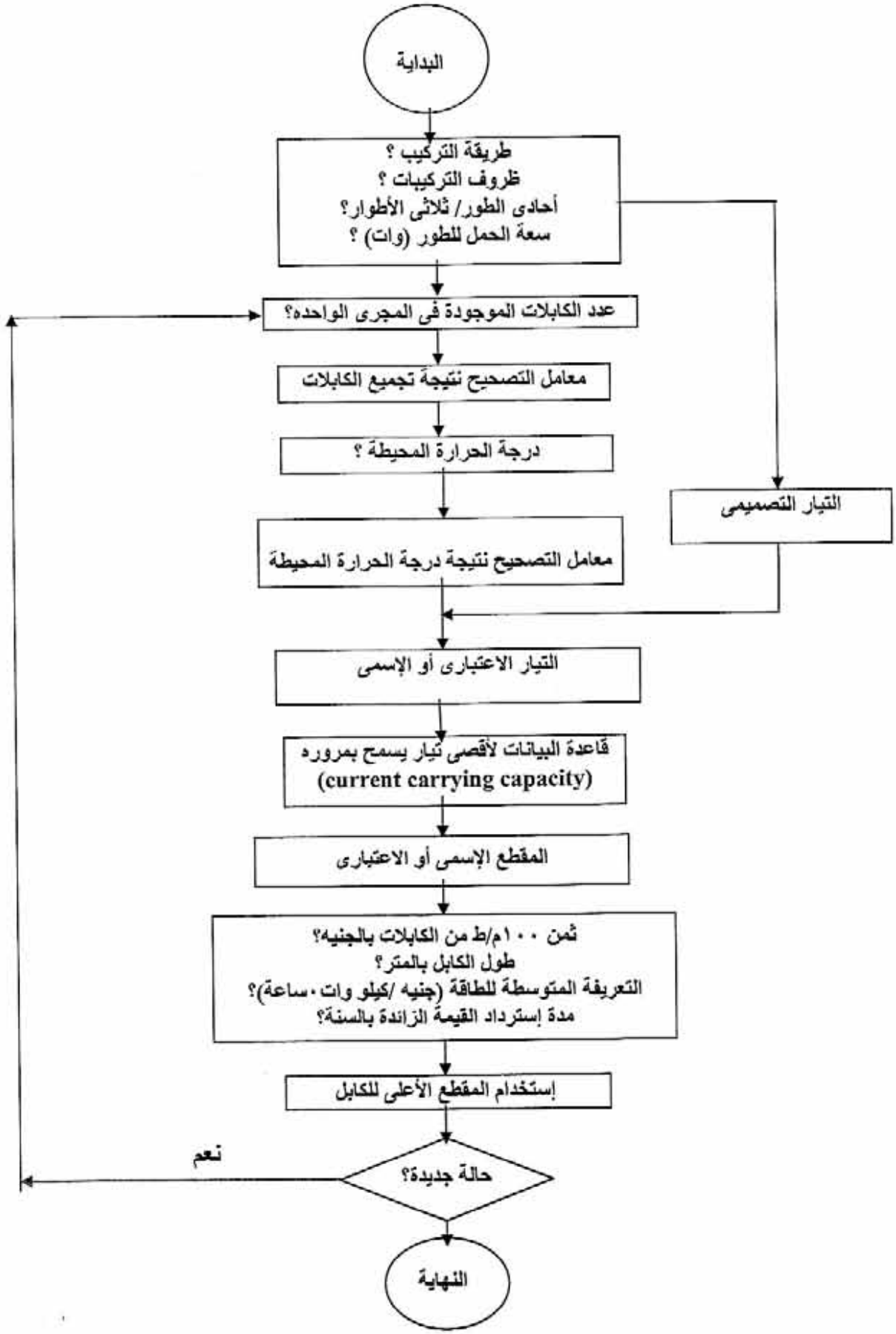
ز- ٤ برنامج حاسب آلى لحساب مقطع الكابلات واستخدام المقاطع الأعلى

تم بناء برنامج للحاسب الآلى لحساب قطاع الكابلات للموصلات واستخدام المقاطع الأعلى مع الأخذ فى الاعتبار ما يلى :

- حالة الحمل (أحادى الأوجه – ثلاثى الأوجه)٠
- طريقة تركيب الموصل٠
- قيمة الحمل .
- درجة الحرارة المحيطة.
- تجميع الكابلات.
- قيمة ١٠٠م طولى من الموصل أو الكابل٠
- قيمة التعريفه للطاقة الكهربائية المستهلكة.
- مدة استرداد الزيادة المدفوعة نتيجة زيادة مساحة المقطع٠

كما يتضمن البرنامج قاعدة البيانات لجداول الحد الأقصى لسعة التيار للموصلات٠

ويوضح شكل (ز-٣) مخطط برنامج الحاسب



شكل (ز – ٣) مخطط برنامج الحاسب لحساب مقطع الكابل واستخدام المقاطع الأعلى

ز-٥ متطلبات القدرة الكهربائية الإضافية للمبانى الكبيرة

هذه المتطلبات تعطى للمبانى الكبيرة ذات خمسة طوابق أو أكثر والتى تزيد القدرة الكهربائية لها عن ٣٠٠ كيلو فولت. أمبير .

ز-٥-١ متطلبات نظم توزيع القدرة الكهربائية

يجب أن تصمم جميع الأنظمة الكهربائية لتعطى طاقة كهربائية للمعدات بطريقة آمنة قابلة للتطبيق وتكون اقتصادية بقدر الإمكان.

ز-٥-١-١ مستوى الجهد

فى المبانى السكنية ذات أقصى طلب للقدرة الكهربائية والتى تزيد عن ٣٠٠ كيلو فولت أمبير يجب أن يغذى المبنى بجهد متوسط (١١أو ٢٢ كيلو فولت) لتقليل الإنخفاض فى الجهد والفقد فى الكابل بين نقطة التغذية ومدخل خدمة المبنى. يجب أن يغذى الصاعد فى المبنى بجهد منخفض (٢٢٠/٣٨٠) فولت. وتغذى الوحدات السكنية كل على حده إما بـ (٢٢٠/٣٨٠) فولت ثلاثية الأطوار أو ٢٢٠ فولت أحادى الطور (ز-٧) .

ز-٥-١-٢ مكان لوحة التوزيع

يفضل أن توضع لوحة توزيع الوحدة السكنية فى مركز الأحمال الكهربائية . مزيد من التفاصيل عن أنظمة التوزيع معطاه فى ملحق (ز-٨) .

ز-٥-١-٣ الدوائر

أ - دوائر التغذية العمومية

يجب أن يكون طول موصلات دائرة التوزيع الرئيسيه التى تصل بين محول التوزيع وقاطع دائرة الدخول العمومية فى لوحة توزيع الجهد المنخفض قصيرا كلما أمكن، ويمكن تحقيق ذلك بإحدى الطرق الآتيه :

- وضع غرفة المحول ولوحة التوزيع العمومية متجاورتان .
- يجب ألا يزيد الفقد فى القدرة فى هذه الوصلة عن ٠,٥% من القدرة الفعالة الكلية المنقولة عبر الدائرة عند تيارات التصميم لهذه الدوائر.

ويكون معدل سعة التيار المحمول لموصلات خط التعادل بحيث لا يقل عن معدل سعة التيار لموصلات الطور وخاصة عند التوافقيات الثالثة ومضاعفاتها.

- **دوائر التغذية**

يجب ألا يزيد أقصى فقد فى الموصلات فى دوائر التغذية عن ٢,٥% من القدرة الفعالة الكلية المنقولة من خلال تلك الموصلات عند تيارات التصميم لهذه الدوائر.

- **الدوائر الفرعية**

يجب ألا يزيد أقصى فقد فى الموصلات فى دوائر التوزيع الفرعية شاملة الصواعد عن ١,٥% من القدرة الفعالة الكلية المنقولة من خلال تلك الموصلات عند تيارات التصميم لهذه الدوائر.

- **الدوائر الطرفية**

يجب ألا يزيد أقصى فقد فى الموصلات فى الدوائر الطرفية سواء كانت أحادية الطور أو ثلاثية الطور، ذات تيار مقنن ٣٢ أمبير عن ١% من القدرة الفعالة الكلية المنقولة خلال تلك الموصلات عند تيار التصميم لهذه الدوائر.

ز ٥-٢ إتزان الأحمال

جميع الأحمال أحادية الطور، وخاصة تلك الأحمال ذات الخصائص غير الخطية فى التركيبات الكهربائية والتى تتغذى من مصدر ثلاثى الأطوار، يجب أن توزع توزيعاً منتظماً بقدر الإمكان بين مختلف الأطوار ويجب وضع ذلك فى الاعتبار عند التصميم.

ويجب ألا يزيد أقصى تيار غير متزن للأحمال أحادية الطور والموزعة من مصدر ثلاثى الأطوار عن ١٠% كما هو محدد من العلاقة الآتية:

$$I_u = (I_d \times 100) / I_a \qquad (ز-٤)$$

حيث :

I_u : نسبة التيار غير المتزن.

I_d : أقصى انحراف للتيار عن التيار المتوسط.

I_a : التيار المتوسط بين الثلاثة أطوار بالامبير.

ز-٥-٣ تيارات التوافقيات والتسرب الأرضى

ز ٥-٣-١ تيارات التوافقيات

عند إستخدام معدات وأجهزة غير خطية يلزم إجراء الحسابات أثناء مرحلة تصميم المشروع لاستخدام أجهزة مخمدة للتوافقيات. ويجب وضع القيود على تيارات التوافقيات للأحمال غير الخطية عند مصدر التوافقيات. يجب ألا تزيد قيمة تيارات التوافقيات الفردية عن الحدود الموضحة بالجدول (ز-٤) مع عدم تجاوز قيم التشوه الكلى (Total Harmonic Distornon THD)

جدول (ز-٤) درجة التوافقيات (فردية)

أقصى تيار حمل (بالأمبير)	درجة التوافقيات (توافقيات فردية)				
	h < ١١	١١ ≤ h < ١٧	١٧ ≤ h < ٢٣	٢٣ ≤ h < ٣٥	٣٥ ≤ h <	THD
تيار < ٤٠	١٥	٧	٦	٢,٥	١,٤	٢
تيار ≥٤٠ أمبير وأقل من ٤٠٠ أمبير	١٢	٥,٥	٥	٢	١	١٥

ز-٥-٣-٢ تيارات التسرب الأرضى

يجب أن تجهز كل التركيبات الكهربائية بحماية للتسرب الأرضى وذلك باستخدام جهاز حماية ضد تيار التسرب الارضى ويجب تحقيق متطلبات الحماية الآتية ضد التسرب الأرضى خلال التركيبات الكهربائية :

جدول (ز-٥) متطلبات الحماية ضد تيارات التسرب الأرضى

مقنن القاطع	الإستخدام
جهاز حماية ضد تيار التسرب الارضى بمقنن ١٠ ميللى أمبير	للإضاءة تحت الماء
جهاز حماية ضد تيار التسرب الارضى بمقنن ٣٠ ميللى أمبير	جميع المآخذ الخاصة بالأجهزة المنزلية البسيطة.
جهاز حماية ضد تيار التسرب الارضى بمقنن ٣٠٠ ميللى أمبير	للإضاءة
جهاز حماية ضد تيار التسرب الارضى بمقنن ٥٠٠ ميللى أمبير	للأجهزة الأخرى مثل أجهزة التكييف والمصاعد وطلمبات المياه

استثناء :

- يجب إستخدام حماية منفصلة لكل محرك على حده وذلك للمحركات التى تزيد قدرتها عن ١٥ حصان ميكانيكى. ولا يسمح باستخدام حماية مشتركة للتسرب الأرضى لمجموعة من تلك المحركات.
- فى حالة استخدام محركات طلمبات رفع المياه لمكافحة الحريق، فإنه لا يسمح باستخدام قواطع دائرة التسرب الأرضى ويجب أن يستخدم فى هذه الحالة مبين مسموع ومرئى.

ولمزيد من التفاصيل يرجع إلى ملحق (ز-١١)

ز- ٦ اختيار مستوى الجهد

من الأهداف الأساسية لشبكة التوزيع أن تحقق ما يلى :

- عدم تجاوز إنخفاض الجهد عند أبعد حمل فى الشبكة فى حالة الإمداد بالحمل الكلى عن الحدود المسموح بها فى الكود المصرى للتركيبات الكهربائية فى المبانى.
- الحصول على أقل فقد فى الشبكة.

يجب أن يتحقق الهدفان السابقان من خلال الحدود الاقتصادية الكلية مثل الحصول على الحد الأدنى للقيمة الحالية من تكاليف التشغيل الكلية من خلال العمر الافتراضى لشبكة التوزيع.

ويتأثر كل من هذين الهدفين بقيم التيارات المارة فى شبكة التوزيع لتفى بمتطلبات إمداد الأحمال بالتغذية. وكذا أطوال المسارات التى تمر فيها التيارات. يتناسب هبوط الجهد مع التيارات الماره فى الشبكة بينما يتناسب الفقد مع مربع قيمة تلك التيارات، كما أن كلا من الهبوط فى الجهد والفقد يزداد بزيادة الأطوال.

وعليه فإنه يجب تخفيض قيمة التيارات الماره فى الشبكة وذلك بزيادة مستوى الجهد حيث أن القدرة الكهربائية فى نظام التيار المتردد تعطى من العلاقة الآتية:

$$P = V I \cos\varphi \qquad (ز-٥)$$

حيث :

V قيمة الجهد بالفولت

$\cos\phi$ معامل القدرة

وتوضح هذه العلاقة أنه عند الإمداد بقدرة مطلوبة فإن التيار يقل كلما إزداد الجهد . وفى المبانى السكنية التى تتطلب قدرة كهربائية تزيد عن ٣٠٠كيلو فولت أمبير ، فإنه يجب أن يغذى المبنى بجهد متوسط (١١ أو ٢٢ كيلو فولت) للحد من الهبوط فى الجهد والفقد فى الموصلات بين نقطة التغذية ولوحة التوزيع.

ز-٧ اختيار موقع لوحة التوزيع

توجد أنظمة متعددة لتوزيع القدرة الكهربائية، وأغلب هذه الأنظمة شيوعاً التى يمكن استخدامها فى توزيع القدرة الكهربائية فى المبانى هى :

تغذية أحادية النهاية وتغذية ذات نهاية مزدوجة والتغذية المركزية (القطرية)

ولمقارنة الفقد فى القدرة للأنظمة الثلاثة السابقة فإنه يفترض أن الأحمال موزعة بانتظام خلال الطول الكلى لخط التغذية فى الحالات الثلاثة، وسيتم اعتبارها متساوية فى جميع الحالات.

ز-٧-١ التغذية أحادية النهاية (التغذية الطرفية الأحادية)

تعطى قيمة الفقد فى القدرة الكهربائية فى كابلات التغذية أحادية النهاية من العلاقة الآتية:

$$\text{Losses} = I^2 r(L/N) r \sum_{j=1}^{N} j^2 \qquad (ز-٦)$$

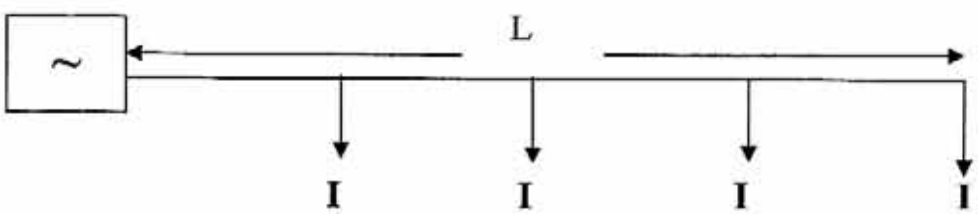
حيث :

I : تيار الحمل على مسافات متساوية ، أمبير

L : الطول الكلى لكابل التغذية ، متر

N : عدد الأحمال

r : المقاومة لكل وحدة أطوال من الكابل ، أوم/متر



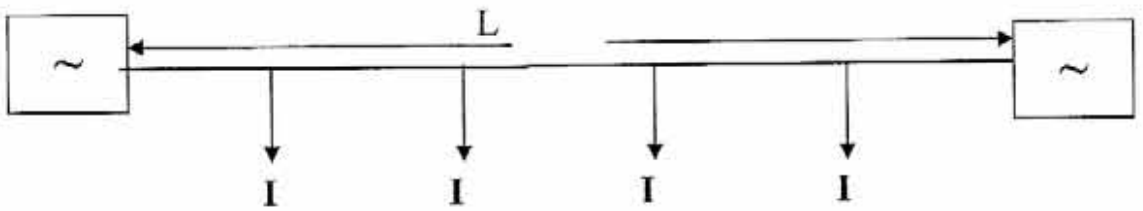
شكل (ز-٤) التغذية أحادية النهاية

هـ ٧-٢ التغذية الطرفية المزدوجة

يمكن إعطاء الفقد فى القدرة الكهربائية من العلاقة الآتية :

$$\text{Losses} = 2\,I^2 r\,(L/(N+1))\sum_{j=1}^{N/2} j^2 \qquad \text{(N: even)}$$

$$= 0.5 I^2 r (L/(N+1)) \left\{1 + \sum_{j=1}^{(N-1)/2} (2j+1)^2\right\} \qquad \text{(N: odd)} \qquad (٧-ز)$$

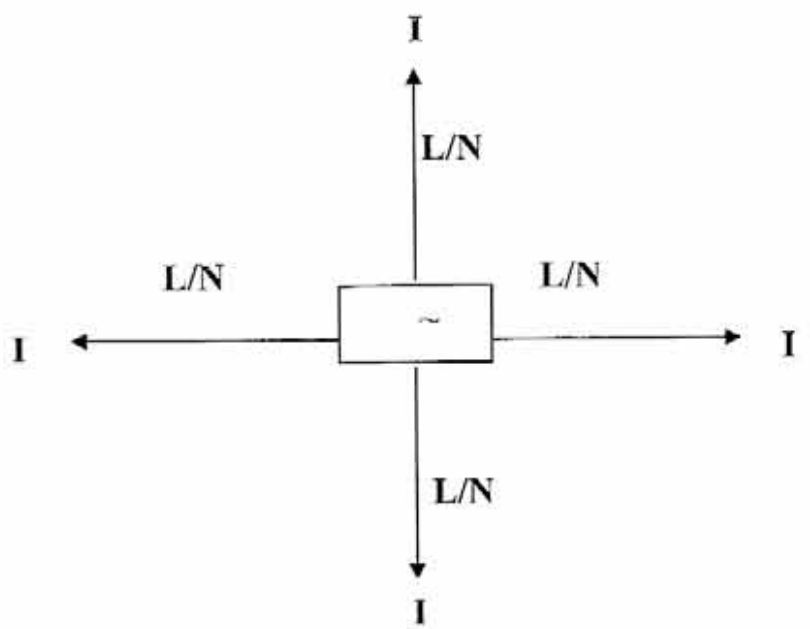


شكل (ز-٥) التغذية الطرفية المزدوجة

ز-٧-٣ التغذية المركزية (القطرية)

يعطى الفقد فى القدرة الكهربائية فى حالة التغذية المركزية كالآتى :

$$\text{Losses} = I^2 r L \qquad (٨-ز)$$



شكل (ز-٦) التغذية القطرية

وبإفتراض أن تيارات الحمل والطول الكلى للمغذيات متساوى فى الانظمة الثلاث، فإنه يمكن إستنتاج نسب الفقد فى القدرة لعدد مختلف من الأحمال كما هو مبين بالجدول (ز-٦)

جدول (ز-٦) نسب الفقد فى القدرة للأنظمة المختلفة للتغذية الكهربية

عدد الأحمال (N)	نسبة الفقد فى القدرة		
	التغذية القطرية	التغذية الطرفية المزدوجة	التغذية الطرفية الأحادية
٢	١	٠,٦٦٦	٢,٥
٤	١	٢	٧,٥
٨	١	٦٠٦٧	٢٥,٥

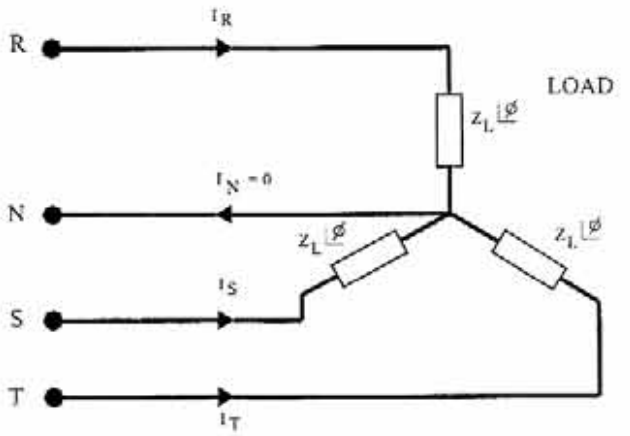
ويوضح الجدول أن التغذية الطرفية المزدوجة تحقق أقل فقد عندما يكون عدد الأحمال (٢) بينما تحقق التغذية القطرية أقل فقد عندما يكون عدد الأحمال أكثر من (٢) حيث أنها الأكثر شيوعاً.

ز -٨ اتزان الحمل

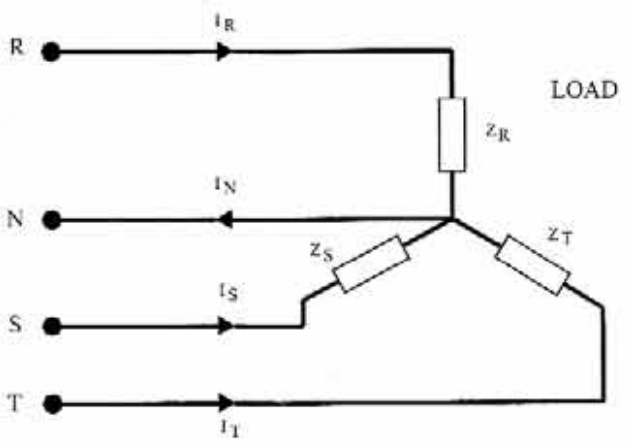
يجب توزيع الأحمال الكهربائية على الثلاثة أطوار بحيث تحقق الاتزان قدر الإمكان. عندما تكون الأحمال فى حالة التغذية بالثلاثة أطوار تيار متردد متساوية فى المقدار وزاوية الطور (أحمال متماثلة) فإن تيار التعادل يكون مساوياً للصفر. ويكون الفقد فى القدرة لخط التعادل مساوياً للصفر وبهذا يكون الفقد فى القدرة فى الأربعة خطوط المغذية أقل ما يمكن، أنظر شكل (ز-٧).

يجب ألا يزيد أقصى عدم اتزان للأحمال الأحادية الطور بدلالة نسبة تيار عدم الاتزان عن ١٠%

وعندما تكون الأحمال غير متزنة فى حالة النظام ثلاثى الأطور، فإنه يجب أن تنظم الأحمال بطريقة تجعل تيار خط التعادل أقل ما يمكن.



شكل (ز-٧) حمل ثلاثى الأطوار متزن



شكل (ز-٨) حمل ثلاثى الأطوار غير متزن

على سبيل المثال إذا كان هناك ثلاثة أحمال يتم توصيلهم على النحو التالى :

$$Z_R = 10\angle -53^\circ \text{ ، } Z_y = 10\angle 0^\circ \text{ ، } Z_B = 10\angle 37^\circ$$

فإن تيار التعادل يكون

$$I_N = 20.94\angle 76.24 \quad A$$

وعند توصيل الأحمال كالآتى :

$$Z_R = 10\angle 0^\circ \text{ ، } Z_y = 10\angle -53^\circ \text{ ، } Z_B = 10\angle 37^\circ$$

فإن تيار التعادل يكون

$$I_N = 33.31\angle 2.44^\circ \quad A$$

ومن ذلك يتضح أنه بتغيير تنظيم الأحمال ، فإن تيار التعادل يصبح تقريباً ١,٦ مرة من القيمة الأصلية، ومن ثم فإن الفقد فى القدرة فى خط التعادل يصبح ٢,٥٦ مرة من القيمة المناظرة فى الحالة الأولى. وهذا يعنى أن الوفر فى الطاقة يمكن أن نحصل عليه بواسطة إتزان الأحمال أو التنظيم الجيد للأحمال فى النظام ثلاثى الأطوار.

ز-٩ تيار التوافقيات

يتغير الجهد والتيار فى أى نظام كهربى مثالى فى صورة دالة جيبيه (Sine Function) بسيطة مع الزمن، ويشار إليها غالباً بأنها التوافقية الأساسية.

ويمكن أن تظهر التوافقيات فى نظام القدرة الكهربائية عند تشغيل أنواع معينة من الأحمال غير الخطية مثل :

- المحولات .
- المتحكمات فى المحركات.
- أنظمة فصل وتوصيل القدرة.

- الإضاءة الفلورية.
- مشغلات المحركات متغيرة السرعة.

ويحدث التشويه التوافقى نتيجة وجود مركبات توافقية فى النظام بجانب التردد الأساسى. ويمكن أن يؤثر التشويه التوافقى على تشغيل الأجهزة. عندما تصبح مستويات التشويه كبيرة فإنها يمكن أن تؤدى إلى :

- ارتفاع زائد فى درجة حرارة الموصلات فى النظام ثلاثى الأطوار .
- اضطرابات فى القدرة الكهربائية.
- أعطال فى أجهزة الكمبيوتر.
- ارتفاع زائد فى درجة حرارة المحولات.
- عدم دقة تسجيل عدادات قراءة القدرة.

علاوة على ذلك ، فإن وجود التوافقيات يؤدى إلى زيادة فى الفقد فى القدرة $(I^2 R)$ نتيجة إلى الزيادة فى التيار الكلى **(I)** بإضافة تيار التوافقيات إلى التيار الأساسى.

ويمكن تحديد القيمة الفعالة لتيار الحمل من العلاقة الآتية :

$$I = \left[\sum_{h=1}^{h=hmax} I^2_h \right] \qquad (ز-٩)$$

حيث :

I : قيمة الجذر التربيعى لمتوسط المربعات لتيار الحمل.

h : درجة التوافقيات (١، ٢، ٣.....)

I_h : قيمة الجذر التربيعى لمتوسط المربعات لتيار الحمل وذات درجة توافقيات h.

ويتم التعبير عن مستوى التشوه من خلال التشوه التوافقى الكلى (THD) والذى يمكن تحديده من العلاقة الآتية :

$$THD = \left[\frac{\sum_{h=2}^{h=max} I_h^{\,2}}{I^2} \right]^{0.5} \qquad (ز-١٠)$$

وبافتراض أن تيار الاتزان المشوه للأطوار الثلاثة هو ١٠٠ أمبير بتيارات توافقية ثلاثية وخماسية

$I_5 = 20\ A$ ، $I_3 = 33A$ فإن نسبة التشوه الكلى تصبح :

$$THD\% = \sqrt{(33)^2 + (20)^2} \ / 100 = 38.6\%$$

ويكون تيار الطور وتيار التعادل كالآتى :

$$I_{r.m.s} = I_1 \sqrt{1 + THD^2} = 100 \sqrt{1 + (0.386)^2} = 107.2\ A$$

وتيار التعادل

$$I_n = 3 \times 33 = 99\ A$$

ز-١٠ تيار التسرب الأرضى

يجب أن يكون عزل الكابلات والموصلات المستخدمة فى التركيبات الكهربائية مطابقاً لما ورد بالكود المصرى للتركيبات والتوصيلات الكهربائية فى المبانى.

ويجب تجنب حدوث تيار التسرب الأرضى وذلك لسلامة الأفراد، ولتقليل زيادة الفقد فى الطاقة.

وبافتراض أن تيار التسرب الأرضى فى وحدة سكنية هو ٣٠ ميلى أمبير ، فإن هذا يعنى أن الفقد الشهرى فى الطاقة يكون حوالى ٤,٧٥ كيلو وات ساعة .

ولذا يلزم استخدام معدات الحماية ضد التسرب الأرضى بقاطع أو أكثر للدائرة لفصل التغذية عند حدوث تيار التسرب الأرضى.

ز-١١ تحليل التكلفة الفعالة

يوجد عاملان على درجة كبيرة من الأهمية عند دراسة التكلفة الفعالة يلزم أخذها فى الإعتبار :

- التكلفة الاستثمارية لإجراء توفير الطاقة (التكلفة المضافة)
- قيمة التوفير السنوى نتيجة هذا الإجراء.

وتكون فترة استرداد رأس المال (Payback Period)، النسبة بين القيمة المضافة وقيمة التوفير السنوى. وكلما كانت فترة استرداد رأس المال قصيرة ، كلما كان ذلك حافزاً لتطبيق إجراءات تحسين كفاءة الطاقة.

ز-١١-١ التكلفة الفعالة للمحولات

يمكن أن يعبر عن مقنن المحولات (ψ) (Rating) بواسطة الكيلو فولت أمبير من العلاقة الآتية :

$$\psi = \frac{\sqrt{3}}{1000} V_s I_s \qquad \text{kVA} \qquad (ز-١١)$$

حيث :

ψ : مقنن المحولات

V_S : الجهد المقنن بين طورين

I_S : التيار المقنن للملف الثانوى

ويمكن حساب الوفر (Saving) فى الفقد فى الطاقة بالكيلو وات ساعة للمحول ذى الكفاءة العالية من العلاقة الآتية :

$$\text{Saving} = N_h . \psi \, P.f \left(\frac{1}{\eta_{std}} - \frac{1}{\eta_{eff}} \right) \qquad (ز-١٢)$$

حيث :

N_h : عدد الساعات الكلية فى السنة والتى يعمل المحول خلالها عند الحمل الكلى.

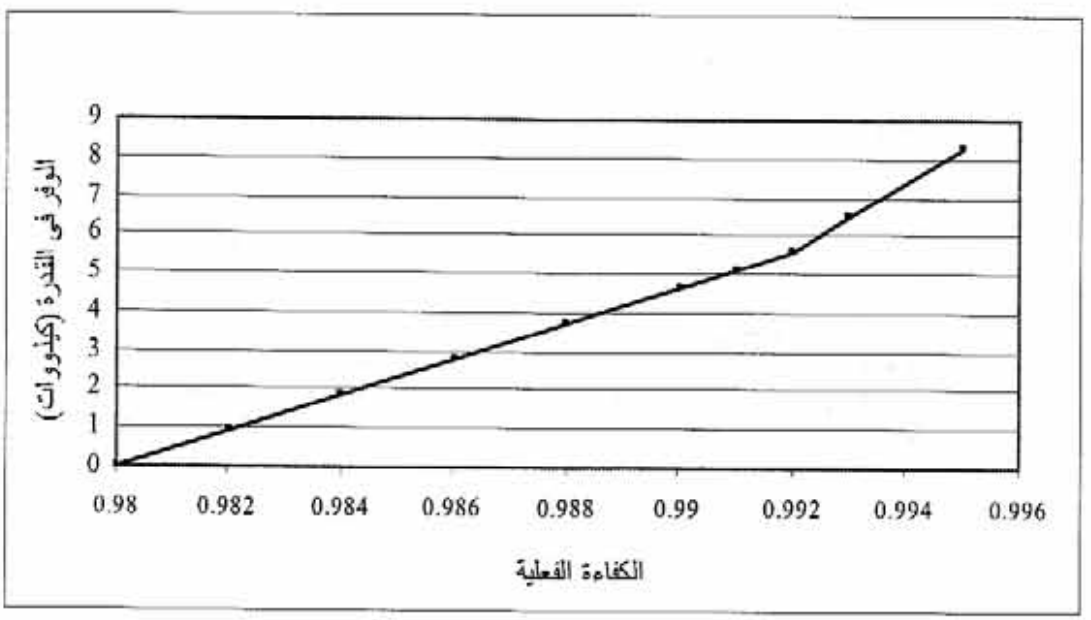
$P.f$: متوسط معامل القدرة السنوى للحمل.

η_{eff} : كفاءة المحول ذى كفاءة عالية للطاقة.

η_{std} : كفاءة المحول القياسى.

ومن الواضح أن التكلفة تكون فعالة فى حالة إستخدام محول أكثر كفاءة لفترات زمنية طويلة .

يوضح الشكل (ز-٩) الوفر فى القدرة الكهربائية للمحولات ذات قدرة كهربائية ٥٠٠ كيلو فولت أمبير بكفاءة قياسية ٠,٩٨ لقيم أكثر من الكفاءة القياسية، وذلك بفرض أن معامل القدرة ٠,٩ ، عدد ساعات التشغيل السنوية ٢٥٠٠ ساعة ، والكفاءة ٠,٩٩٥ ، فإن الوفر فى الطاقة السنوية يكون حوالى ٢٠ x ١٠ ^{٣} كيلو وات ساعة وتكون القيمة السنوية للوفر حوالى ٢٠٠٠ جنيها مصرياً (التعريفة ٠,١ جنيه / كيلو وات ساعة).



شكل رقم (ز-٩) الوفر فى القدرة الكهربائية لمحولات ذات كفاءة وذات قدرة ٥٠٠ كيلو فولت . أمبير

ز-١١ -٢ التكلفة الفعالة للمحركات

- رغم أن التكلفة الأولية للمحركات ذات كفاءة عالية للطاقة أعلى منها فى المحركات القياسية إلا أن تكلفة الدورة الحياتية (Life-Cycle) تجعلها أكثر اقتصادا وذلك نتيجة الوفر الناتج من تكاليف التشغيل.

ويمكن حساب الوفر فى القدرة الكهربائية (ΔP_w) نتيجة استبدال المحرك بآخر أفضل من حيث الكفاءة كالآتى :

$$\Delta P_W = P_m \left(\frac{1}{\eta_d} - \frac{1}{\eta_e}\right) \qquad (ز-١٣)$$

حيث :

P_m : خرج القدرة الميكانيكية للمحرك.

η_d : كفاءة التصميم عند الحمل الكلى للمحرك ذى الكفاءة.

η_e : كفاءة الطاقة للمحرك.

وبذلك يكون الوفر فى الطاقة الكهربائية الناتج عن استبدال المحرك :

$$Saving = \Delta P_W . N_h . LF_M \qquad kW.hr \qquad (ز-١٤)$$

حيث :

N_h : عدد الساعات فى السنة التى يعمل خلالها المحرك.

LF_M : معامل الحمل لتشغيل المحركات خلال عام واحد .

ومن مميزات استخدام المحركات ذات كفاءة عالية للطاقة :

- تعمل عند درجات حرارة محيطة أعلى عن نظيراتها من المحركات القياسية .
- أقل أعطالا عن نظيراتها من المحركات القياسية.
- تحتاج فترات أقل للصيانة.

ز- ١١-٣ التكلفة الفعالة لزيادة مساحة مقطع الكابلات

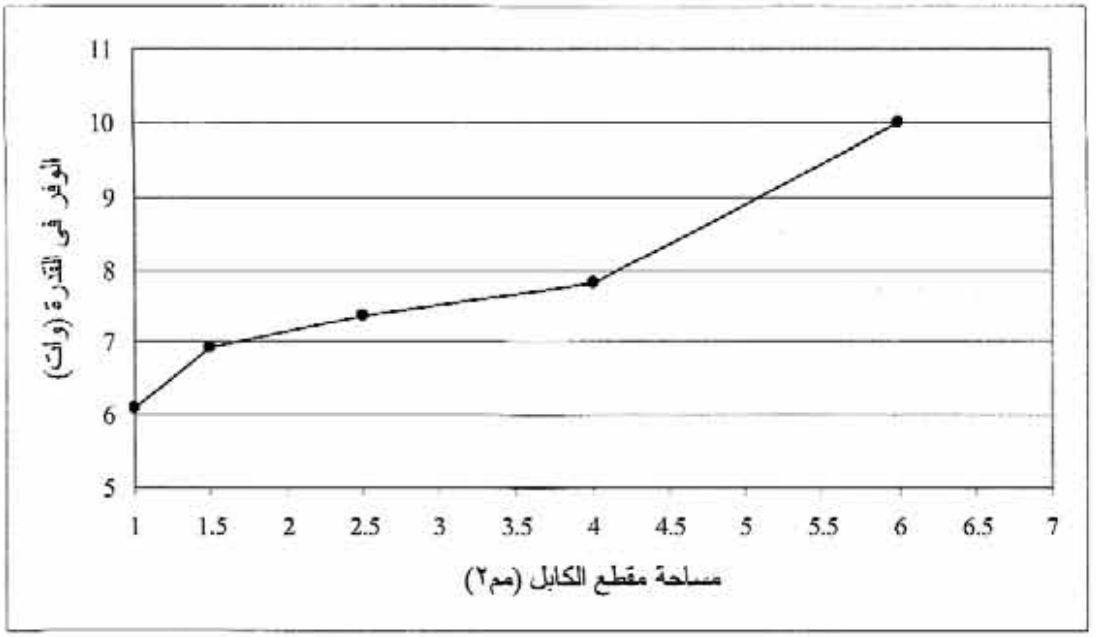
عند اختيار مساحة مقطع الموصلات فإنه يجب الأخذ فى الإعتبار تكلفة التشغيل بالإضافة إلى فقط التكلفة الإبتدائية .

ويعتمد التقييم الاقتصادى لشراء كابلات ذات مساحة مقطع أكبر على عدة عوامل :

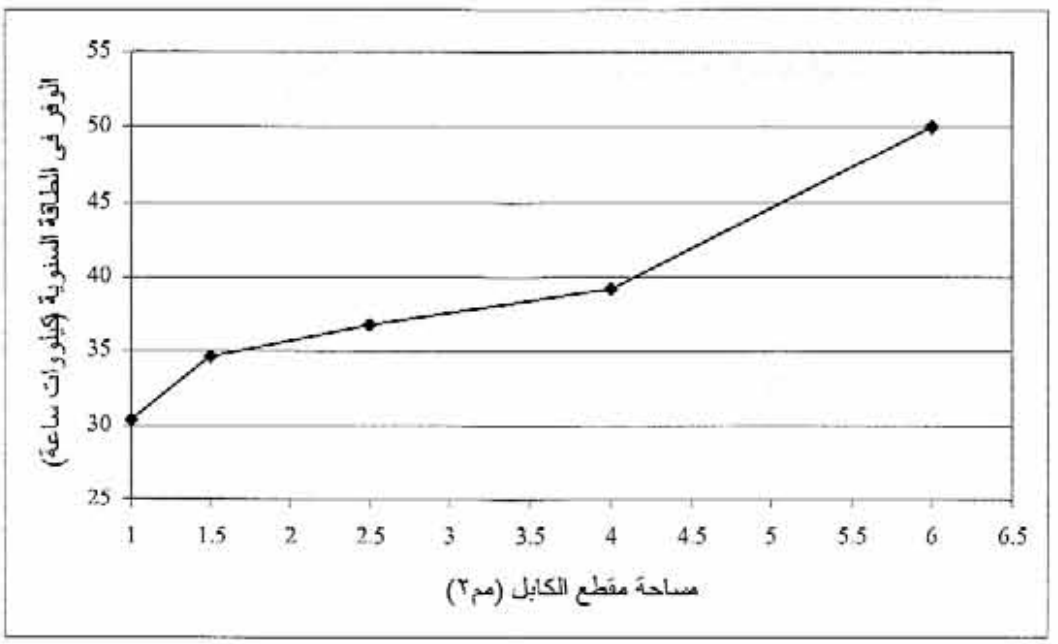
- مساحة مقطع الكابل .
- نسبة التحميل .
- عدد ساعات التشغيل فى السنة .

- طريقة التركيب .
- تكلفة المواد المطلوبة لزيادة مساحة مقطع الكابل .
- تكلفة استهلاك الكهرباء
- معدل الارتفاع المتوقع وفترة استرداد رأس المال .

يوضح الشكل (ز-١٠) الوفر فى القدرة الكهربائية نتيجة الزيادة فى مساحة مقطع الكابل بخطوة واحدة . ويوضح الشكل (ز-١١) الوفر فى الطاقة الكهربائية نتيجة الزيادة فى مساحة مقطع الكابل بخطوتين . وفى كلا الحالتين تم افتراض أن طول الدائرة ١٠ متر ، وأن تيار الحمل مساوى لنصف التيار الإسمى لمساحة المقطع المعطى للكابل ، وأن عدد ساعات التشغيل السنوية ٥٠٠٠ ساعة.



شكل رقم (ز-١٠) الوفر فى القدرة الكهربائية نتيجة الزيادة فى مساحة مقطع الكابل بخطوة واحدة إلى الخطوة القياسية التى تليها.



شكل رقم (ز-١١) الوفر فى الطاقة الكهربائية نتيجة الزيادة فى مساحة مقطع الكابل بخطوتين إلى الخطوة القياسية التى تليها.

المراجع

1. ASHRAE Handbook of Fundamentals, America Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., 2001.
2. IHVE Guide book A, 1995 .
3. Energy Efficiency Code of Vietnam, Nov.2001.
4. Building Energy Code of Pakistan and Compliance Handbook, May 1995.
5. Guidelines for Energy Efficiency in Buildings, Malaysia, 1989.
6. Insulating Building Efficiency Standards, Ministerial Declaration 176, 1998.
7. ASHRAE Standard, for Low-Rise Residential Building- SI Edition, 90.1-2001.
8. A Building Envelope Energy Standard for Malaysia, 1987.
9. Code of Practice, Overall Thermal Transfer Value in Buildings, Hong Kong, 1995.
10. Energy Efficiency Code for Sri lanka, Public Review Draft, June 2000.
11. National Energy Code of Cande for Building, 1996.
12. Energy Conservation Program Code of Practice, Kuwait, 1983.
13. Regulations for Electrical Installations, Kuwait, 1983.
14. Code of Practice for Energy Efficiency of Electrical of Installations, Hong Kong, 1997.
15. Egyptian Code for Design and Erection of Electrical Installation in Buildings, 1994.
16. Organization for Egyptian Standardization and Quality Control Specifications for Flexible cords and Copper Conductors 182/1984, Egyptian Standardization and Quality Control.
17. H. Y. Wong, Handbook of essential formulae and data on Heat Transfer Engineers, Longman Group Limited, London, 1977.
18. Egyptian Code for Air Condition., refrigeration and Control ,2004.