بسم الله الرحمن الرحيم

"ربِ اشرح لى صدرى ويسر
لى امرى واحلل عقدة من
لسانى يفقهوا قولى "

"صدق الله العظيم "

التصميم المعماري المرشد للطاقة في المباني البحثية الإشعاعية

رسالة مقدمة من الطالبة

نادية محمود احمد سراج

بكالوريوس فنون جميلة – قسم عمارة داخلية – جامعة حلوان 1990

لاستكمال متطلبات الحصول على درجة الدكتوراه

في العلوم البيئية

قسم الهندسة البيئية

وقد تمت مناقشة الرسالة والموافقة عليها

اللجنة :

- **أ.د محمد رضا كامل** أستاذ العمارة –كلية الهندسة – جامعة القاهرة

- **أ.د ماجدة إكرام عبيد** أستاذ العمارة – معهد الدراسات والبحوث البيئية جامعة عين شمس

- **أ.د احمد مرسى احمد** أستاذ الفيزياء الإشعاعية – قسم الطبيعة كلية البنات جامعة عين شمس

- **أ.د على إسلام متولي على** أستاذ الهندسة الكيميائية – هيئة الطاقة الذرية

التصميم المعماري المرشد للطاقة في المباني البحثية الإشعاعية

رسالة مقدمة من الطالبة

نادية محمود احمد سراج

بكالوريوس فنون جميلة – قسم عمارة داخلية – جامعة حلوان 1990

لاستكمال متطلبات الحصول على درجة الدكتوراه

في العلوم البيئية

قسم الهندسة البيئية

تحت إشراف :

- **أ.د ماجدة إكرام عبيد** أستاذ العمارة – معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس

- **أ.د على إسلام متولي على** أستاذ الهندسة الكيميائية – رئيس هيئة الطاقة الذرية

- **أ.م محمود إبراهيم حويحى** أستاذ مساعد العلوم البيولوجية – معهد الدراسات والبحوث البيئية جامعة عين شمس

ختم الإجازة

أجيزت الرسالة بتاريخ / / 200

موافقة مجلس المعهد

/ / 2000

موافقة الجامعة

/ / 200

"شكر وتقدير"

اتشرف بأن اقدم خالص شكرى وتقديرى الى اساتذتى الافاضل عرفانا منى بكل ماتفضلوا بتقديمه من مساندة علمية وادبية حرصا منهم على اخراج بحث علمى يرقى الى مستوى علمهم الرفيع.

واتقدم بخالص شكرى وامتنانى الى استاذتى الفاضلة

الاستاذ الدكتورة ماجده اكرام عبيد

استاذ الهندسة المعمارية – معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس

لكل ماتفضلت به من علم وفير وسعة صدر واخلاق حميدة واعزى اليها فضل كل تقدم علمى ارقى اليه باذن الله

شكرى وتقديرى الى استاذى الفاضل

الاستاذ الدكتور على اسلام متولى على

استاذ الهندسة الكيميائية – رئيس هيئة الطاقة الذرية

وخالص شكرى وعرفانى

الاستاذ الدكتور محمود ابراهيم حويحى

استاذ مساعد العلوم البيولوجية – معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس

" التصميم المعماري المرشد للطاقة في المباني البحثية الإشعاعية "

رسالة مقدمة من الباحثة

نادیه محمود احمد سراج

بكالوريوس فنون جميلة – قسم ديكور – شعبة عمارة داخلية – جامعة حلوان 1990

دبلوم الهندسة البيئية – معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس 1997

ماجستير الهندسة البيئية – معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس 2001

معهد الدراسات والبحوث البيئية

جامعة عين شمس

2005

" التصميم المعماري المرشد للطاقة في المباني البحثية الإشعاعية "

رسالة مقدمة من الباحثة

ناديه محمود احمد سراج

بكالوريوس فنون جميلة – قسم ديكور – شعبة عمارة داخلية – جامعة حلوان 1990

دبلوم الهندسة البيئية – معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس 1997

ماجستير الهندسة البيئية – معهد الدراسات والبحوث البيئية – جامعة عين شمس 2001

تحت إشراف

أ.د. على إسلام متولي على
أستاذ الهندسة الكيميائية – رئيس هيئة الطاقة الذرية

أ.د. ماجدة إكرام عبيد
أستاذ الهندسة المعمارية - رئس قسم الهندسة البيئية
معهد الدراسات والبحوث البيئية - جامعة عين شمس

أ.م.د محمود إبراهيم حويحى
أستاذ مساعد العلوم البيولوجية - معهد الدراسات والبحوث البيئية
جامعة عين شمس

مقدمة :

شهدت العقود الحديثة تقدما هائلا في العلم والتكنولوجيا والتقدم البحثي،وقد اثرت التغيرات التى احدثها هذا التقدم على تشكيل المباني البحثية في العالم مما استلزم معه مراعاة إعادة النظر في التصميمات المعمارية باستخدام طاقة مرشده سواء كانت طاقه شمسية – مواد بناء – تصميم وكذلك معالجات الحوائط الخارجية والداخلية،كل ذلك من خلال التشكيل المعماري وهو نتاج لعدة عوامل مرتبطة وتختلف من فترة زمنية لأخرى وكذلك من مكان لآخر باختلاف البيئة المؤثرة سواء كانت موقع أو مناخ ومواد بناء جديدة أو أساليب وطرق إنشاء حديثة.

ومن الملاحظ مع زيادة الاهتمام بترشيد الطاقة والحفاظ على البيئة ظهر اهتمام جديد لدراسة الاعتبارات والعوامل التي تؤثر في العمارة لتوفير الراحة الحرارية والبصرية داخل المبنى باستخدام الطرق الطبيعية،ولقد اثر ذلك على زيادة الاهتمام بدراسة اعتبارات الطاقة والبيئة بها .

فنرى أن المباني البحثية والمختبرات العلمية هي مباني لها طبيعة استخدام خاصة لما تقدمه للمجتمع من خدمات بحثية وعلمية وهى تعتبر من اكثر أنواع المباني استهلاكا للطاقة بشكل متضاعف عن المباني العادية نظرا لطبيعة عملها في استخدام الأجهزة البحثية والقياسية والإضاءة والتهوية الصناعية المستمرة بالإضافة إلى طبيعة العمل البحثي الذي يتطلب إضاءة طبيعية جيدة داخل أماكن العمل بالمراكز البحثية،وكذلك الإشعاع الحراري الناتج من العاملين حسب السن والنوع وطبيعة العمل والمواد المستخدمة مما يجعل من الضروري التخلص منه عن طريق التهوية المستمرة مما يزيد من معدل استهلاك الطاقة العام لهذه الأنواع الخاصة من المباني وبالتحليل وجد أن المباني البحثية أو مراكز الأبحاث تتضمن أنواعا متعددة من الاستخدام مثل :

مكاتب للأعمال البحثية والكتابية .

معامل لإجراء القياسات والتجارب العلمية

مكتبات وصالات محاضرات وعرض للمواد العلمية.

معامل كمبيوتر .

قاعات اجتماعات .

مخازن .

ومن هنا يأتي أهمية التصميم المعماري البيئي ويقصد بالعمارة البيئية هي العمارة التي تراعى الظروف البيئية في تصميم المباني واختيار المواد وذلك لتحقيق الراحة الحرارية والبصرية لمستخدميها بتوفير الإضاءة والتهوية الطبيعية الجيدة باستخدام الموارد الطبيعية دون استهلاك للمواد غير المتجددة . مما

يزيد من كفاءة العمل وصحة العاملين ويؤدى إلى ترشيد الطاقة وبالتالي تقليل التكلفة المادية واخيرا تحقيق التنمية المستدامة باستغلال الموارد الطبيعية المتجددة .

فالتصميم البيئي هو فن إنتاج الفراغ باستغلال الموارد والطاقات البيئية المتوفرة مع دراسة العوامل المناخية للوصول لتصميم مبنى متوافق بيئيا من حيث الشكل – الاستخدام – الاقتصاد – الصحة .

لذا كان من الأهمية استنباط علاقة توافقية بين العمارة البحثية والتصميم المعماري البيئي للوصول إلى الحد من معدل استهلاك الطاقة وتوظيف الطاقات الطبيعية للحصول على الراحة البصرية بتكلفة أقل .

وبالبحث لاحظنا أن أهمية التصميم الملائم للمباني البحثية في مصر طبقا للأقاليم التصميمية السبعة:

- أن له تأثير كبير على كفاءة المبنى واستهلاك الطاقة وفهم العلاقة بين المبنى والعوامل البيئية المحيطة كالموقع والمناخ المحيط،وذلك حتى يمكن تقليل التكلفة المادية لاستهلاك الطاقة في المباني البحثية واستخدام الطاقة الطبيعية بديلا للطاقة الكهربية .
- توفير بيئة صحية وبصرية مريحة للعاملين .
- ترشيد الطاقة من خلال تحويل أشعة الشمس واعادة استخدامها في الإضاءة واستخدامها بشكل علمي مدروس في توفير بيئة مريحة داخل الفراغات المعمارية .
- وتتحقق الاستفادة المثلى من الطاقة الشمسية بالوضع الصحيح للمباني والعناصر الأخرى المكملة للتصميم والمناسبة للموقع .

لذلك من الأهمية دراسة حركة الشمس والرياح والرطوبة النسبية ، ثم التخطيط ودراسة عملية التوجيه الذي يتوقف عليها شكل وحجم المبنى من أبعاده ومسطحاته وارتفاعاته وقطاعات، سمك الحوائط ومواد البناء والنهو، شكل السقف،الألوان،الفتحات وعناصر التشكيلات المعمارية المكملة .

وهناك عوامل مؤثرة على التصميم المناخي :-

عوامل المناخ المحلى والموقع يؤثران بفاعلية على حالات البيئة الفعلية للمبنى وأهمية صلة عامل الموقع لابد أن تأخذ في الاعتبار عند عمل تحليل مناخي

الطبوغرافية

الحياة الطبيعية

شكل وطبيعة استخدام المبنى

ويتم تقييم ذلك بيئيا عن طريق عمل مراجعة للدراسات السابقة وقياسات وتطبيق لبرامج الحاسب الآلي المتخصصة .

مشكلة الدراسة :

- القصور في التصميم البيئي للمباني البحثية ألا شعاعيه .
- زيادة معدل استهلاك الطاقة المستهلكة مما يؤدى إلى زيادة التكلفة .

هناك حاجة ملحة لتصميم عالي الكفاءة للمباني البحثية ،لان احتياجات التطور والعاملين تتطلب معالجات بيئية،فالأجهزة العلمية والبحثية،بالإضافة للإضاءة الصناعية تزيد من استهلاك الطاقة في المباني البحثية والمعامل،فان اتخاذ القرار في مراحل مبكرة من التصميم له اثر كبير في كفاءة المبنى .

على سبيل المثال اختيار تصميم الفتحات ونوعية وكفاءة الزجاج والتوجيه كل هذه العوامل مجتمعة لها تأثير نهائي على زيادة مستوى الإضاءة الطبيعية وتخفيض استهلاك الطاقة في المبنى،وبالتالي لها تأثير غير مباشر على الإنتاجية وصحة العاملين ،ومما لاشك فيه إن الإدراك المعماري المدروس المرتبط بالمعالجات البيئية الملائمة وهو من أساسيات التصميم الجيد للوصول للهدف وهو توافق العمارة الوظيفية البحثية مع المناخ والبيئة المحيطة وسلوك العاملين وهو عامل مؤثر في تحقيق وظيفية الجديدة لخلق مبنى بيئي مرشد للطاقة جيد الإضاءة الطبيعية .

هدف الدراسة :

تهدف الدراسة إلى :-

- دراسة أهمية اعتبارات الطاقة والبيئة في تصميم المباني البحثية وذلك للوصول إلى صورة واضحة للعمارة البحثية وأنظمتها المتطورة وكذلك للوصول إلى أسلوب معماري مبسط يتيح للمعماري تقييم أداء الطاقة في المباني البحثية
- صياغة منهج لرصد العلاقة بين تخفيض معدل استهلاك الطاقة في المباني البحثية ألا شعاعيه وبين التشكيل المعماري البيئي .
- تطبيق للمنهج الذي تم التوصل إليه باستخدام أحد عناصر التشكيل المعماري لتوفير إضاءة طبيعية للحد من الاستعمال العام للطاقة في المبنى على أحد النماذج للمباني البحثية ألا شعاعيه
- عمل دليل هندسي لتصميم المباني البحثية ألا شعاعيه في مصر بأسلوب معماري بيئي مرشد للطاقة .

أهمية الدراسة :

أهمية علمية حيث أن الاهتمام بهذا النوع من المباني وهو المباني البحثية وتوفير الاحتياجات البيئية من إضاءة طبيعية بالإضافة إلى ترشيد الطاقة يؤدى بشكل مباشر وفعال لزيادة الإنتاجية في الأبحاث العلمية المتطورة

أهمية تطبيقية وهى أن نتيجة هذه الدراسة تم :

- الوصول إلى عمل دليل مبسط للمعماريين يشرح استراتيجية التصميم المعماري البيئي المرشد للطاقة لنوع مميز من المباني وهى المباني البحثية .
- تم عمل إضافة إلى موقع الخاص بمعمل لورانس بريكلى لتصميم الإضاءة عل شبكة الاتصالات العالمية .
- تم عمل دراسة لأحد المراكز البحثية بجمهورية مصر العربية للوصول إلى تصميم معماري بيئي للإضاءة الطبيعية وعمل القياسات اللازمة للوصول إلى افضل معالجات بيئية لتوفير الإضاءة الطبيعية اللازمة للمعامل الإشعاعية بالإضافة إلى ترشيد الطاقة الكهربائية المستهلكة .

المنهجية المتبعة :

اتبعت الدراسة في مراحلها المختلفة عدة مناهج بحثية وهى تشتمل :-

الجزء النظري

وذلك بدراسة ومراجعة الأبحاث السابقة لدراسة اعتبارات التصميم في حالات دراسية من بعض المراكز البحثية لمعرفة اتجاهاتها التصميمية وخصائصها عن طريق دراسة الخصائص العامة لموقع المراكز البحثية والأسس المعمارية والمقاييس المستخدمة في التخطيط والمقاييس المستخدمة لتصميم الإضاءة الطبيعية الجيدة بالمراكز البحثية والمعامل المشعة .

الجزء العملي

يشمل تقييم الأداء البصري وكفاءة الإضاءة الطبيعية في المباني البحثية بدراسة تأثير التصميم المعماري البيئي على تخفيض معدل استهلاك الطاقة وذلك عن طريق التعرف على مفهوم الإضاءة الطبيعية وتكامل تصميم الفتحات ووسائل التظليل باستخدام نتائج الحاسب الآلي وبرنامج قياسات للمعالجات البيئية للإضاءة .

الجزء التطبيقى

والذي يختص باستنباط وسيلة دعم للمعماريين وهى استخدام أحد برامج الحاسب الآلي للتصميم لتقييم اعتبارات الطاقة في المباني البحثية وكذلك تطبيق استخدامه في المبنى بتحسين الإضاءة الطبيعية من خلال التطبيق العملي على نموذج لأحد المباني البحثية الإشعاعية ،وصولا إلى النتائج التي تحقق الهدف من الدراسة بإثبات العلاقة بين التصميم الجيد المدروس للإضاءة الطبيعية وترشيد استهلاك الطاقة في المباني البحثية ثم وضع التوصيات .

مجال الدراسة :

تنحصر الدراسة النظرية لهذا البحث في دراسة تأثير التصميم المعماري البيئي على التشكيل المعماري للمراكز البحثية والعلاقة بين التصميم الجيد المدروس للإضاءة الطبيعية وترشيد الطاقة ورصد هذه العلاقة .

وتنحصر الدراسة التحليلية على رصد أثر التشكيل البيئي المعماري للمباني البحثية ألا شعاعيه على تخفيض معدل استهلاك الطاقة مع عمل قياسات وتحليلات واستخدام تطبيقات الحاسب الآلي .

نتائج الدراسة :

توصلت الدراسة إلى النتائج الآتية

- أهمية اعتبارات الطاقة والبيئة في تصميم المباني البحثية .
- الوصول إلى تصميم بيئي معماري للحصول على أقصى درجه من الإضاءة الطبيعية واقل استهلاك للإضاءة الصناعية على مدار العام مما يؤدى إلى اقل تكلفة واكبر ترشيد للطاقة وافضل أداء للعمل .

<u>الباب الأول</u>

أولا : تم فيه دراسة التصميم البيئي والعوامل المؤثرة عليه من موقع ومناخ،ونستعرض فيه :

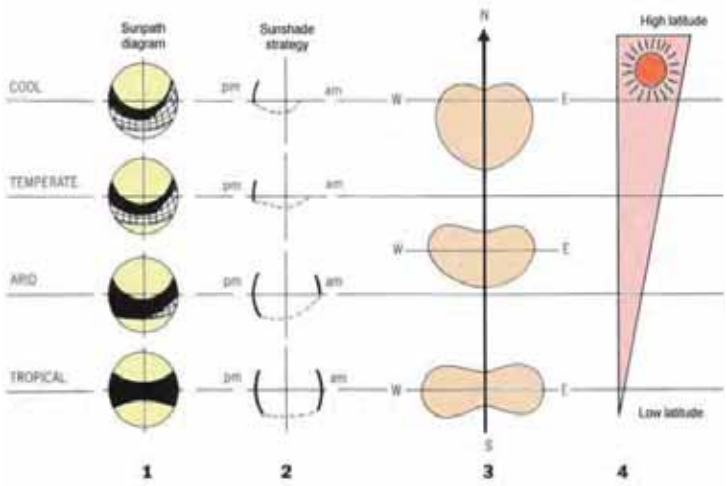
التصميم البيئي من تهوية طبيعية

دراسة موقع المبنى وزوايا سقوط الإشعاع الشمسي

تصميم وسائل الإظلال

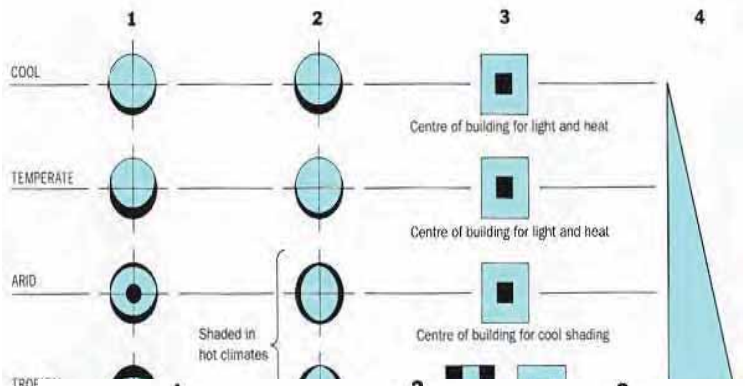
وهى أهم المراحل لوضع التصميم المناخي للمباني المتضمنة :

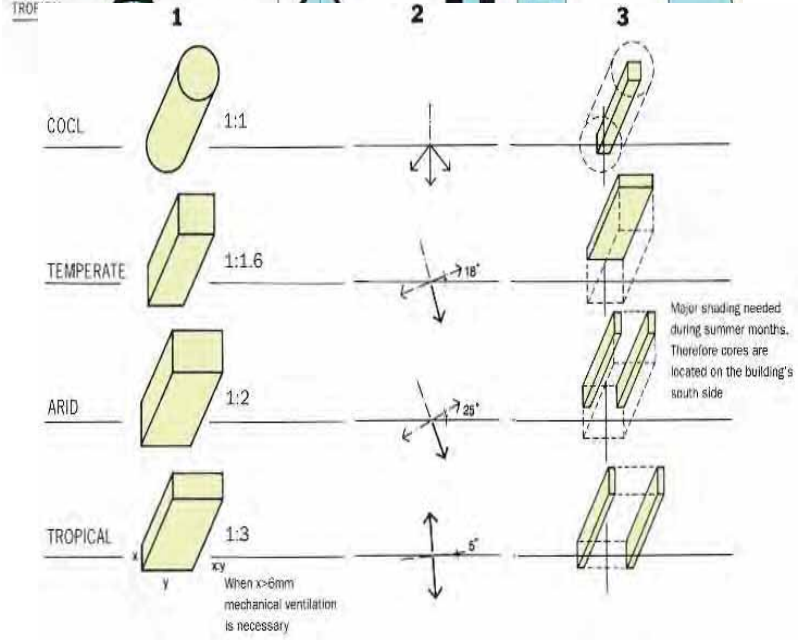
- تحليل الشعاع الشمسي
- تحليل الرياح
- تحليـل تغيـرات الرطوبـة النسـبية والأمطار



شكل (1) يوضح تحليل لمسار الشعاع الشمسى ودراسة استراتيجية تصميم طرق التظليل

- للوصـول عـن طريـق التحلـيلات السابقة إلى نسبة الحجم والشكل العام للمبنى البحثي





شكل (2) يوضح تأثير التحليلات المناخية للوصول للشكل العام للمبنى البحثى

ثانيا :

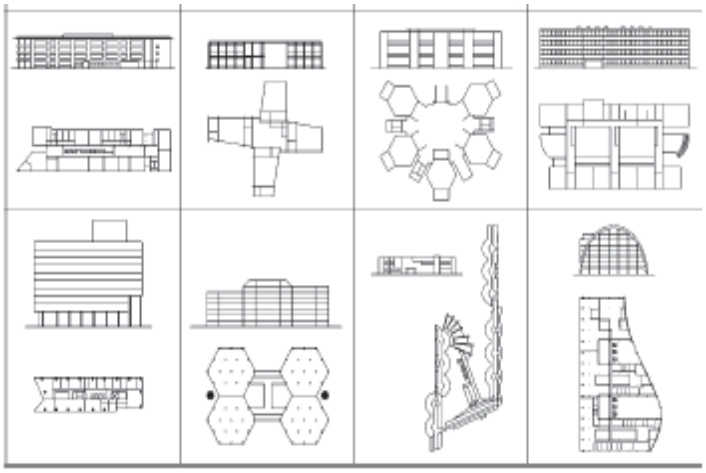
شكل (3) يوضح تصور للنسب المثلى لحجم المبنى البحثى طبقا للتحليل المناخى البيئى

الباب الثاني

دراسة مفهوم المباني البحثية الإشعاعية لمعرفة اتجاهاتها التصميمية وخصائصها وذلك بدراسة :

- الموقع

- المناخ
- الأسس المعمارية للتخطيط



شكل (4) يوضح بعض اساليب تخطيط المراكز البحثية

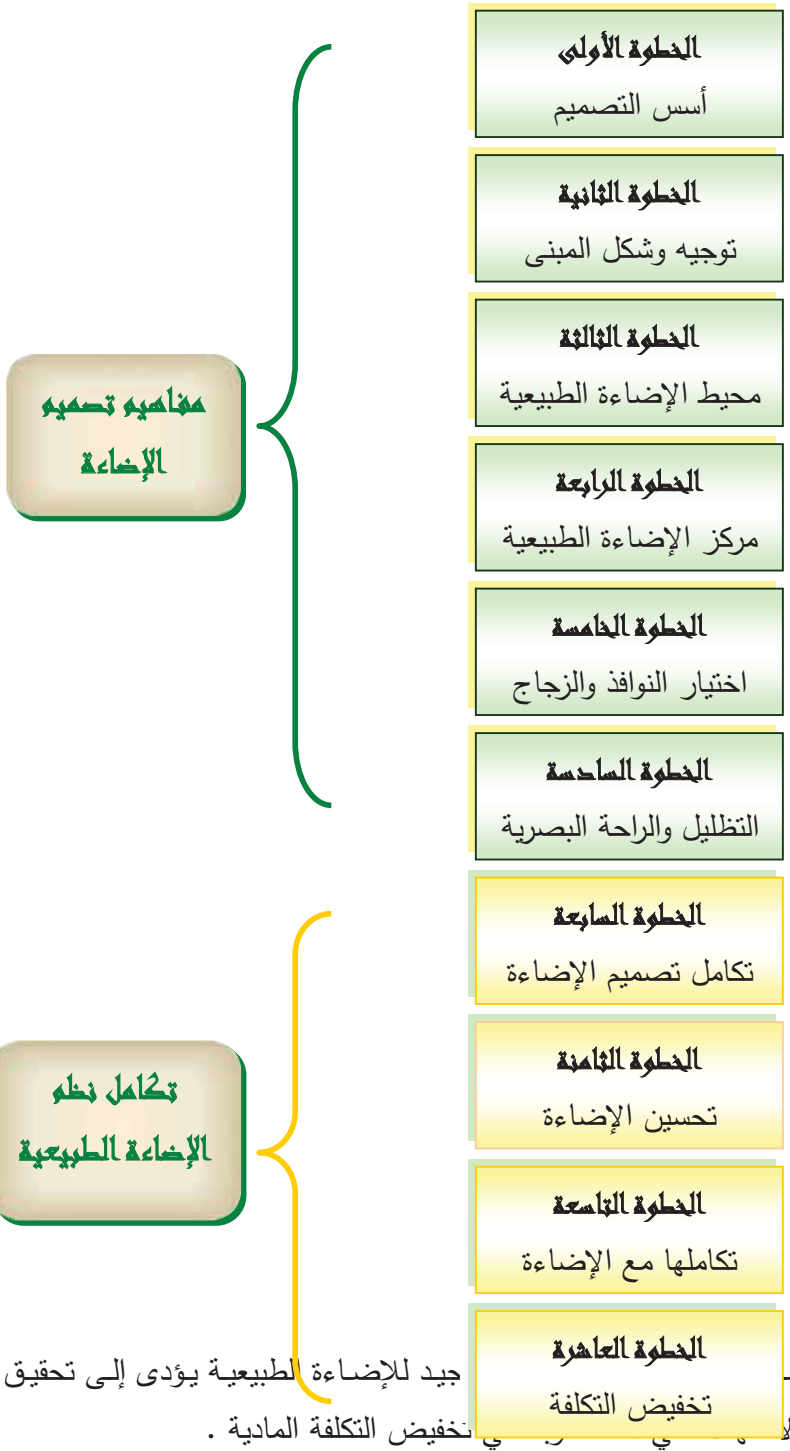
- المواصفات الخاصة لمراكز الأبحاث
- الأسس والمقاييس المستخدمة لتصميم المعامل المشعة

شكل (5) يوضح احد نماذج تصميم المعامل البحثية

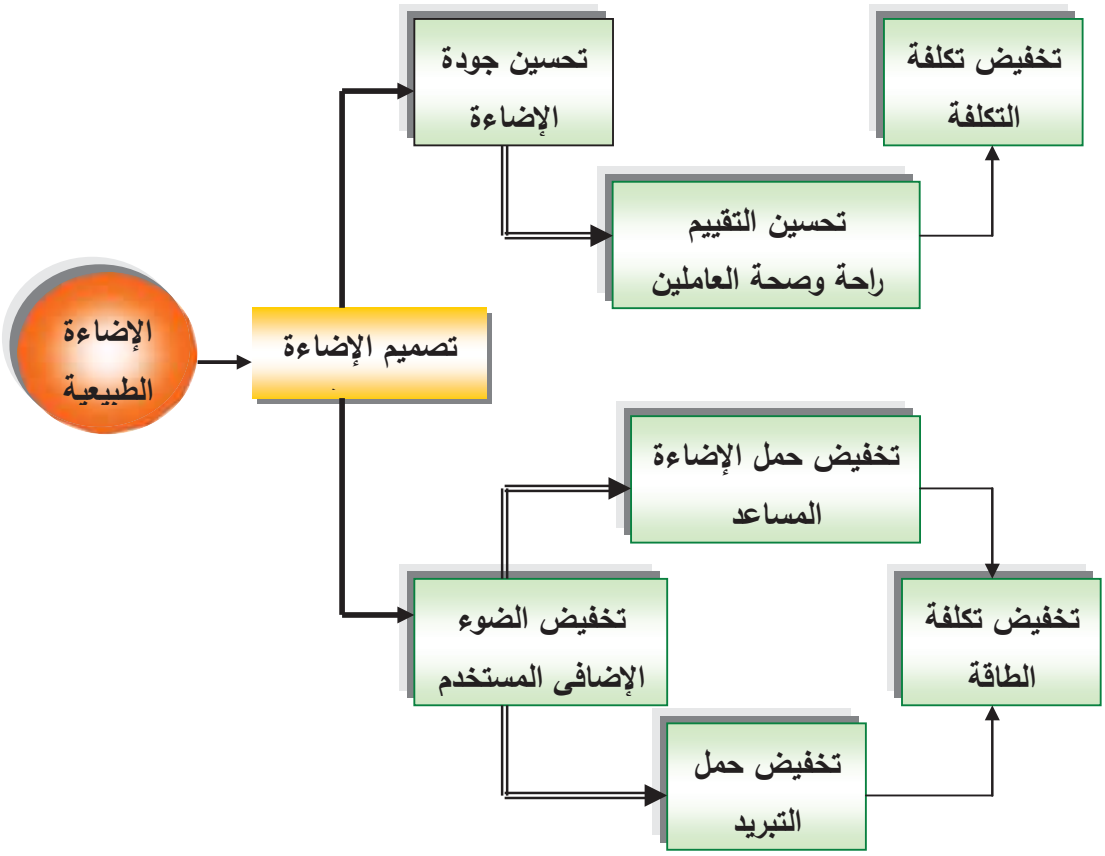
بالإضافة لدراسة أسس التصميم المرن للمباني البحثية متعدد الطوابق من تكيف ومرونة وتبادلية للوصول لوضع محددات التصميم الجيد المدروس بيئيا .

<u>الباب الثالث</u>

دراسة تأثير التصميم المعماري البيئي على تخفيض معدل استهلاك الطاقة بالمباني البحثية الإشعاعية،وتم فيها تفاصيل دراسة تتلخص في الخطوات التالية



وبالدراسة أمكن التوصـ جيد للإضاءة الطبيعية يؤدى إلى تحقيق هدف الدراسة وهو تخفيض الا ي تخفيض التكلفة المادية .



ولتحقيق التصميم المعماري البيئي للإضاءة الطبيعية كان لابد من تحقيق أساسيات التصميم من :

- شكل وتوجيه المبنى
- تحديد المجال البصري للإضاءة الطبيعية
- إضاءة عمق المبنى بالإضاءة الطبيعية
- دراسة خصائص النافذة من أنواع زجاج أطر
- تصميم أدوات المعالجات وأدوات التظليل

الباب الرابع

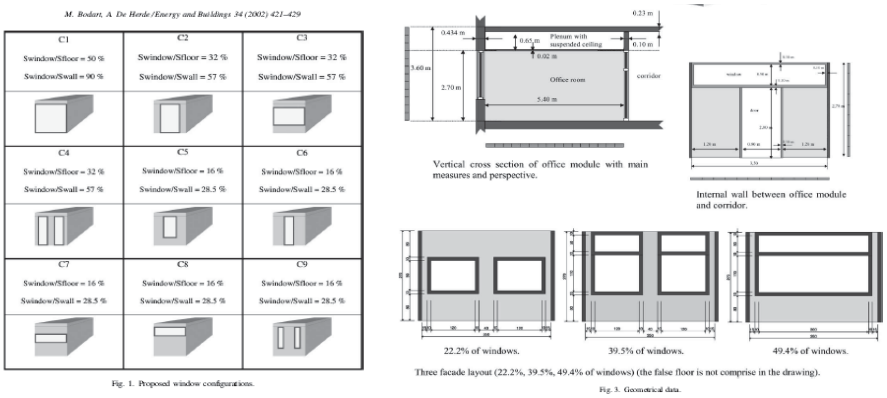
دراسة لبعض النماذج العالمية لمراكز الأبحاث لتحليلها والوصول إلى نتائج تم الاستعانة بها لتحقيق المقاييس العالمية في الدراسة العملية لتحديد المعايير التصميمية للإضاءة الطبيعية لمبنى بحثي عن طريق وضع :

- الهدف بتحسين الإضاءة الطبيعية والوصول لتحقيق تصميم معماري بيئي لترشيد الطاقة في المباني البحثية الإشعاعية .

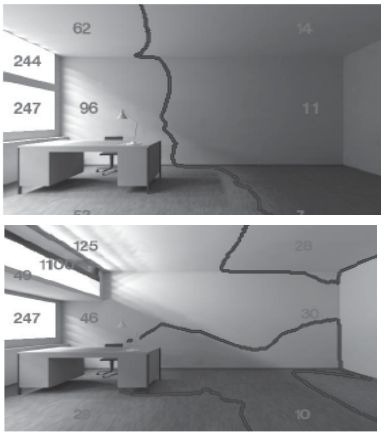
- الأساسيات باستخدام برامج الحاسب الآلي

BDA
ADELINE

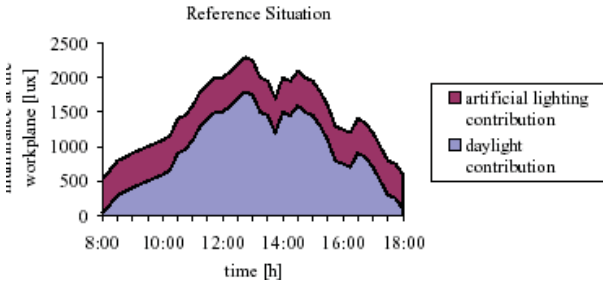
- خطوات الدراسة العملية
- التحليل
- النتائج



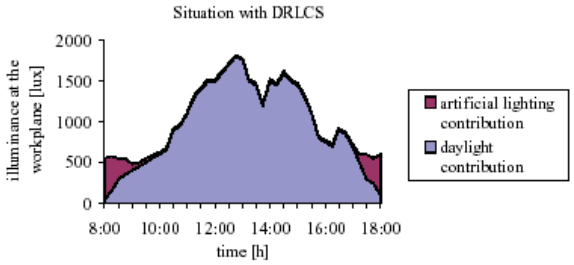
شكل (6) يوضح افتراضات البرنامج لشكل وحجم النافذة



شكل(7) يوضح التحليل الكنتورى لمستوى الإضاءة قبل وبعد تطبيق المعالجات

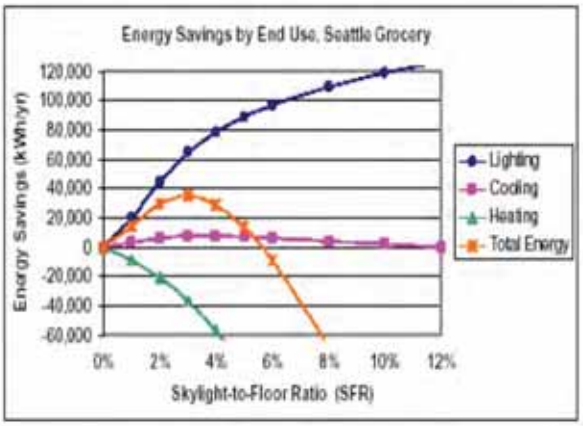


شكل (8) يوضح إجمالي معدل الإضاءة الطبيعية والكهربائية خلال مسطح العمل عند نقطة المرجع

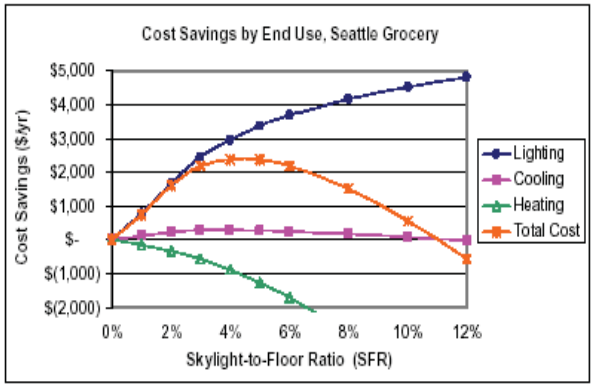


شكل (9) يوضح إجمالي معدل الإضاءة الطبيعية والكهربائية خلال تطبيق المعالجات البيئية

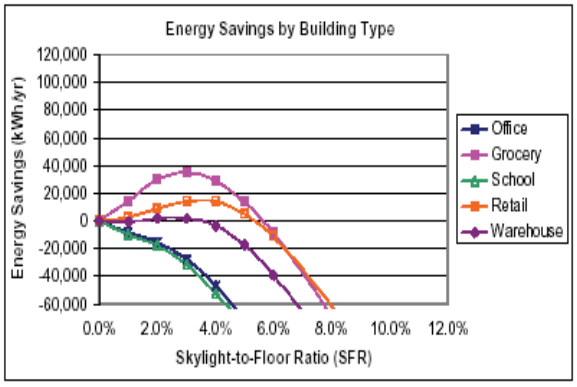
3- تخفيض معدل استهلاك الطاقة الكهربائية بحوالي 12% من الاستهلاك الكلى وبالتالي تخفيض التكلفة الكلية للطاقة المستهلكة ويوضحه المنحنى الذي يمثل الإضاءة بشكل (11أ – ب)



شكل(11 أ) يوضح معدل انخفاض الطاقة الكهربائية المستهلكة في الإضاءة



شكل(11 ب) يوضح معدل انخفاض تكلفة الطاقة المدخرة من الإضاءة



شكل (12) يوضح معدل حفظ الطاقة عن طريق التصميم الجيد لحجم وشكل المبنى

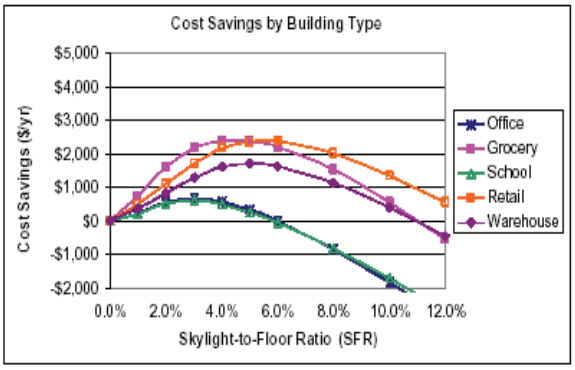
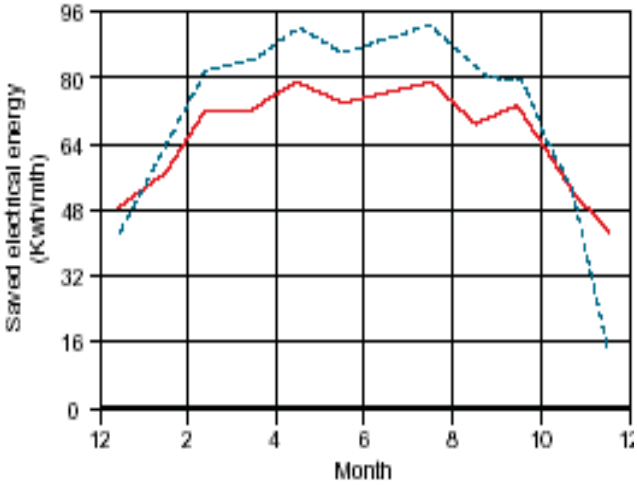


Figure 8-9: Annual Energy and Cost Savings by Building Type - Seattle

شكل (13) يوضح معدل تكلفة حفظ الطاقة عن طريق التصميم الجيد لحجم وشكل المبنى



4- زيادة قيمة معدل ترشيد الطاقة الكهربائية السنوي بمقارنة استهلاك الطاقة الفعلي واستهلاك الطاقة المتوقع كما موضح بشكل(14) المنحنى المتصل يعبر عن معدل الاستهلاك السنوي الفعلي،والمنحنى المتقطع يعبر عن معدل الاستهلاك السنوي المتوقع .

شكل(14) يوضح قيمة معدل ترشيد الطاقة الكهربائية السنوي للحالة الدراسية المعالجة

الباب الخامس

دراسة عملية لوضع معايير التصميم المعماري المرشد للطاقة للمراكز البحثية الإشعاعية

- بتحليل النتائج للوصول أولا للهدف من الدراسة وهو تحقيق العلاقة بين التصميم المعماري البيئي للمراكز البحثية الإشعاعية وتخفيض معدل استهلاك الطاقة وبالتالي تخفيض التكلفة .
- وضع دليل مبسط للمهندسين للأساسيات التصميم المعماري البيئي المرشد للطاقة مقترنا بالدراسة العملية وعرض النتائج المحققة للهدف .

- وقد تمت عمل دراسة تحت إشراف معهد لورانس بيركلى بالتعاون مع الدارسين كتطبيق عملي للدراسة عن بعد على شبكة الإنترنت، وتم الموافقة علية وتصويبه لدمجه ضمن الدليل السنوي للإضاءة الطبيعية (لعام 2005 – 2006) الذي ينشره المعهد سنويا .

الخلاصة :-

تصميم الإضاءة الطبيعية وترشيد الطاقة المستهلكة في الإضاءة يمكن أن تتحقق بما يلي :-

1. التصميم الجيد لاستخدام الإضاءة الطبيعية بكفاءة عالية معظم أوقات النهار .
2. التكامل بين الإضاءة الطبيعية والصناعية لتخفيض الحمل الحراري.
3. استخدام إضاءة كهربائية عالية الكفاءة .
4. التحكم في استخدام الإضاءة الكهربائية بالتحكم اليدوي أو الآلي .
5. تخفيض ساعات استخدام الطاقة الكهربائية .
6. نتائج التصميم لابد أن تأخذ في الاعتبار متطلبات المعامل البحثية .

أهم النتائج التي تم التوصل إليها :

- تخفيض معدل استهلاك الطاقة الكهربائية بحوالي 12% من الاستهلاك الكلى وبالتالي تخفيض التكلفة الكلية للطاقة المستهلكة .

- زيادة قيمة معدل ترشيد الطاقة الكهربائية السنوي بمقارنة استهلاك الطاقة الفعلي واستهلاك الطاقة المتوقع .

- وجد بالقياسات أن درجة معامل انتقالية الزجاج تبعا لحدود الواجهة والتوجيه وأيضا عرض المعمل له تأثير كبير على استهلاك الإضاءة الصناعية.

كما تلاحظ معاملات انعكاس الحوائط ودرجة الوضوح لها تأثير على الاستهلاك،فتخفيض استهلاك الطاقة للإضاءة يمكن أن يكتسب من الفترة القصيرة لاستخدام الإضاءة الكهربائية بين حوالي 50: 80% للزجاج ذو النفاذية إضاءة 60%.

ثانيا: عند دراسة المبنى وجد أن أجمالي استهلاك الإضاءة الصناعية يختلف بين 40: 50% من إجمالي الاستهلاك عندما تكون الإضاءة الطبيعية غير محسوبة،وعندما تحسب تكون هذه القيمة بين 7: 40% من إجمالي استهلاك الطاقة الأساسي .

- عدد العاملين وتوزيعهم وأوقات العمل لها علاقة بالحمل الحراري الداخلي بقدر حوالي 150 وات لكل شخص .

- تم عمل مسح لاستراتيجيات نظام الإضاءة الطبيعية لحوالي 25 مبنى في العالم (من ضمنهم مصر) للإضاءة الجانبية والعلوية، نتيجة تقييم أداء أنظمة الإضاءة الطبيعية وإستراتيجيات تصميم النوافذ في المباني البحثية ، هذا المسح يوضح الأمثلة المختارة لاستراتيجيات تصميم الإضاءة الطبيعية على سبيل المثال لا الحصر.

. According
to researchers at Lawrence Berkeley National Laboratories (LBNL),
For more information, see

الاستنتاج : من النتائج نقترح إمكانية حفظ الطاقة عن طريق تكامل الإضاءة الطبيعية والصناعية والتصميم البيئي الجيد،من العوامل المؤثرة على الإضاءة الطبيعية :-

1- الانتقال العالي للضوء من خلال الزجاج (يتوقف على معامل الزجاج) يكون له تأثير جيد على استهلاك طاقة الإضاءة.

2- موقع النافذة وحجم وخصائص النافذة .

3- ألوان ومواد النهو الداخلية .

4- إستراتيجية التظليل .

<u>التوصيات</u>

- مراعاة طبيعة العمل والنشاط القائم للمبنى ودراسة الشروط والمتطلبات لنوعيات مختلفة من المباني ذات الطبيعة الخاصة .

- ضرورة التدريب على احدث برامج الحاسب الآلي وتطبيقاتها للوصول لأفضل النتائج .

- ضرورة إدخال المؤثرات المناخية كعامل أساسي ومؤثر في عملية التصميم المعماري للمباني البحثية .

- الاعتماد على وسائل التصميم المعماري البيئي وخفض الاعتماد على وسائل الإضاءة الصناعية المستهلكة للطاقة لخفض تكاليف التشغيل ولتجنب المتاعب الصحية الناتجة .

- التركيز على استكمال الدراسات الخاصة بوضع المعايير التصميمية للمباني البحثية التي تتناسب مع الخصائص المناخية للأقاليم في مصر لتساعد المهندس المعماري في تحسين الأداء البصري .

- الاهتمام بتعليم المهندس المعماري الوسائل الحسابية لتقييم الأداء الحراري والضوئي للمبنى وكيفية استخدام برامج الحاسب الآلي في هذا المجال كمهارة أساسية يجب اكتسابها في مرحلة التعليم الجامعي .

مستخلص البحث

مقدمة :

شهدت العقود الحديثة تقدم هائل في العلم والتكنولوجيا والتقدم البحثي،هذه التغيرات أثرت على تشكيل المباني البحثية في العالم مما استلزم معه مراعاة إعادة النظر في التصميمات المعمارية باستخدام طاقة مرشده سواء كانت طاقه شمسية – مواد بناء – تصميم وكذلك معالجات الحوائط الخارجية والداخلية،كل ذلك من خلال التشكيل المعماري وهو نتاج لعدة عوامل مرتبطة وتختلف من فترة زمنية لأخرى وكذلك من مكان لآخر باختلاف البيئة المؤثرة سواء كانت موقع أو مناخ ومواد بناء جديدة أو أساليب وطرق إنشاء حديثة.

وتلاحظ مع زيادة الاهتمام بترشيد الطاقة والحفاظ على البيئة ظهر اهتمام جديد لدراسة الاعتبارات والعوامل التي تؤثر في العمارة لتوفير الراحة الحرارية والبصرية داخل المبنى باستخدام الطرق الطبيعية،ولقد اثر ذلك على زيادة الاهتمام بدراسة اعتبارات الطاقة والبيئة بها .

فنرى أن المباني البحثية والمختبرات العلمية هي مباني لها طبيعة استخدام خاصة لما تقدمه للمجتمع من خدمات بحثية وعلمية وهى تعتبر من اكثر أنواع المباني استهلاكا للطاقة بشكل متضاعف عن المباني العادية نظرا لطبيعة عملها في استخدام الأجهزة البحثية والقياسية والإضاءة والتهوية الصناعية المستمرة بالإضافة إلى طبيعة العمل البحثي الذي يتطلب إضاءة طبيعية جيدة داخل أماكن العمل بالمراكز البحثية،وكذلك الإشعاع الحراري الناتج من العاملين حسب السن والنوع وطبيعة العمل مما يجعل من الضروري التخلص منه عن طريق التهوية المستمرة مما يزيد من معدل استهلاك الطاقة العام لهذه الأنواع الخاصة من المباني .

ومن هنا يأتي أهمية التصميم المعماري البيئي ويقصد بالعمارة البيئية هي العمارة التي تراعى الظروف البيئية في تصميم المباني واختيار المواد وذلك لتحقيق الراحة الحرارية والبصرية لمستخدميها بتوفير الإضاءة والتهوية الطبيعية الجيدة باستخدام الموارد الطبيعية دون استهلاك للمواد غير المتجددة . مما يزيد من كفاءة العمل وصحة العاملين ويؤدى إلى ترشيد الطاقة وبالتالي تقليل التكلفة المادية واخيرا تحقيق التنمية المستدامة باستغلال الموارد الطبيعية المتجددة .

هدف الدراسة :

تهدف الدراسة إلى :-

- دراسة أهمية اعتبارات الطاقة والبيئة في تصميم المباني البحثية وذلك للوصول إلى صورة واضحة للعمارة البحثية وأنظمتها المتطورة وكذلك للوصول إلى أسلوب معماري مبسط يتيح للمعماري تقييم أداء الطاقة في المباني البحثية

- صياغة منهج لرصد العلاقة بين تخفيض معدل استهلاك الطاقة في المباني البحثية ألاشعاعيه وبين التشكيل المعماري البيئي .

- تطبيق للمنهج الذي تم التوصل إليه باستخدام أحد عناصر التشكيل المعماري لتوفير إضاءة طبيعية للحد من الاستعمال العام للطاقة في المبنى على أحد النماذج للمباني البحثية ألا شعاعيه

- عمل دليل هندسي لتصميم المباني البحثية ألا شعاعيه في مصر بأسلوب معماري بيئي مرشد للطاقة .

وتمت الرسالة المقدمة بشقين متكاملين :

المنهجية المتبعة :

اتبعت الدراسة في مراحلها المختلفة عدة مناهج بحثية وهى تشتمل :-

الجزء النظري

وذلك بدراسة ومراجعة الأبحاث السابقة لدراسة اعتبارات التصميم في حالات دراسية من بعض المراكز البحثية لمعرفة اتجاهاتها التصميمية وخصائصها عن طريق دراسة الخصائص العامة لموقع المراكز البحثية والأسس المعمارية والمقاييس المستخدمة في التخطيط والمقاييس المستخدمة لتصميم الإضاءة الطبيعية الجيدة بالمراكز البحثية والمعامل المشعة .

الجزء العملي

يشمل تقييم الأداء البصري وكفاءة الإضاءة الطبيعية في المباني البحثية بدراسة تأثير التصميم المعماري البيئي على تخفيض معدل استهلاك الطاقة وذلك عن طريق التعرف على مفهوم الإضاءة الطبيعية وتكامل تصميم الفتحات ووسائل التظليل باستخدام نتائج الحاسب الآلي وبرنامج قياسات للمعالجات البيئية للإضاءة .

الجزء التطبيقى

والذي يختص باستنباط وسيلة دعم للمعماريين وهى استخدام أحد برامج الحاسب الآلي للتصميم لتقييم اعتبارات الطاقة في المباني البحثية وكذلك تطبيق استخدامه في المبنى بتحسين الإضاءة الطبيعية من خلال التطبيق العملي على نموذج لأحد المباني البحثية الإشعاعية ،وصولا إلى النتائج

التي تحقق الهدف من الدراسة بإثبات العلاقة بين التصميم الجيد المدروس للإضاءة الطبيعية وترشيد استهلاك الطاقة في المباني البحثية ثم وضع التوصيات .

وتتضمن الرسالة المقدمة خمسة ابواب رئيسية تتفرع الى سبعة فصل يحتوى كل منهم على النقاط الاساسية لخطة البحث وهى كالتالى :-

الباب الأول

دراسة التصميم البيئي والعوامل المؤثرة عليه .

دراسة وسائل ترشيد الطاقة من العزل الحراري والإضاءة الطبيعية .

الباب الثاني

دراسة مفهوم المباني البحثية الإشعاعية لمعرفة اتجاهاتها التصميمية وخصائصها

الباب الثالث

دراسة تأثير التصميم المعماري البيئي على تخفيض معدل استهلاك الطاقة بالمباني البحثية الإشعاعية

الباب الرابع

دراسة لبعض النماذج العالمية لمراكز الأبحاث لتحليلها والوصول إلى نتائج تم الاستعانة بها لتحقيق المقاييس العالمية في الدراسة العملية لتحديد المعايير التصميمية للإضاءة الطبيعية لمبنى بحثي

الباب الخامس

دراسة عملية لوضع معايير التصميم المعماري المرشد للطاقة للمراكز البحثية الإشعاعية

- بتحليل النتائج للوصول أولا للهدف من الدراسة وهو تحقيق العلاقة بين التصميم المعماري البيئي للمراكز البحثية الإشعاعية وتخفيض معدل استهلاك الطاقة وبالتالي تخفيض التكلفة .

- وضع دليل مبسط للمهندسين لأساسيات التصميم المعماري البيئي المرشد للطاقة مقترنا بالدراسة العملية وعرض النتائج المحققة للهدف .

ملخص البحث

التصميم البيئي هو فن إنتاج الفراغ باستغلال الموارد والطاقات البيئية المتوفرة مع دراسة العوامل المناخية للوصول لتصميم مبنى متوافق بيئيا من حيث الشكل – الاستخدام – الاقتصاد – الصحة .

لذا كان من الأهمية استنباط علاقة توافقية بين العمارة البحثية والتصميم المعماري البيئي للوصول إلى الحد من معدل استهلاك الطاقة وتوظيف الطاقات الطبيعية للحصول على الراحة البصرية بتكلفة أقل .

وبالبحث لاحظنا أن أهمية التصميم الملائم للمباني البحثية في مصر طبقا للأقاليم التصميمية السبعة:

- أن له تأثير كبير على كفاءة المبنى واستهلاك الطاقة وفهم العلاقة بين المبنى والعوامل البيئية المحيطة كالموقع والمناخ المحيط،وذلك حتى يمكن تقليل التكلفة المادية لاستهلاك الطاقة في المباني البحثية واستخدام الطاقة الطبيعية بديلا للطاقة الكهربية .
- توفير بيئة صحية وبصرية مريحة للعاملين .
- ترشيد الطاقة من خلال تحويل أشعة الشمس واعادة استخدامها في الإضاءة واستخدامها بشكل علمي مدروس في توفير بيئة مريحة داخل الفراغات المعمارية .
- وتتحقق الاستفادة المثلى من الطاقة الشمسية بالوضع الصحيح للمباني والعناصر الأخرى المكملة للتصميم والمناسبة للموقع .

ويأتي أهمية التصميم المعماري البيئي ويقصد بالعمارة البيئية هي العمارة التي تراعى الظروف البيئية في تصميم المباني واختيار المواد وذلك لتحقيق الراحة الحرارية والبصرية لمستخدميها بتوفير الإضاءة والتهوية الطبيعية الجيدة باستخدام الموارد الطبيعية دون استهلاك للمواد غير المتجددة . مما يزيد من كفاءة العمل وصحة العاملين ويؤدى إلى ترشيد الطاقة وبالتالي تقليل التكلفة المادية واخيرا تحقيق التنمية المستدامة باستغلال الموارد الطبيعية المتجددة .

مشكلة الدراسة :

- القصور في التصميم البيئي للمباني البحثية ألا شعاعيه .
- زيادة معدل استهلاك الطاقة المستهلكة مما يؤدى إلى زيادة التكلفة .

هناك حاجة ملحة لتصميم عالي الكفاءة للمباني البحثية ،لان احتياجات التطور والعاملين تتطلب معالجات بيئية،فالأجهزة العلمية والبحثية،بالإضافة للإضاءة الصناعية تزيد من استهلاك الطاقة في المباني البحثية والمعامل،فان اتخاذ القرار في مراحل مبكرة من التصميم له اثر كبير في كفاءة المبنى .

على سبيل المثال اختيار تصميم الفتحات ونوعية وكفاءة الزجاج والتوجيه كل هذه العوامل مجتمعة لها تأثير نهائي على زيادة مستوى الإضاءة الطبيعية وتخفيض استهلاك الطاقة في المبنى،وبالتالي لها تأثير غير مباشر على الإنتاجية وصحة العاملين ،ومما لاشك فيه إن الإدراك المعماري المدروس المرتبط بالمعالجات البيئية الملائمة وهو من أساسيات التصميم الجيد للوصول للهدف وهو توافق العمارة الوظيفية البحثية مع المناخ والبيئة المحيطة وسلوك العاملين وهو عامل مؤثر في تحقيق وظيفية الجديدة لخلق مبنى بيئي مرشد للطاقة جيد الإضاءة الطبيعية .

هدف الدراسة :

تهدف الدراسة إلى :-

- دراسة أهمية اعتبارات الطاقة والبيئة في تصميم المباني البحثية وذلك للوصول إلى صورة واضحة للعمارة البحثية وأنظمتها المتطورة وكذلك للوصول إلى أسلوب معماري مبسط يتيح للمعماري تقييم أداء الطاقة في المباني البحثية

- صياغة منهج لرصد العلاقة بين تخفيض معدل استهلاك الطاقة في المباني البحثية ألاشعاعيه وبين التشكيل المعماري البيئي .

- تطبيق للمنهج الذي تم التوصل إليه باستخدام أحد عناصر التشكيل المعماري لتوفير إضاءة طبيعية للحد من الاستعمال العام للطاقة في المبنى على أحد النماذج للمباني البحثية ألا شعاعيه

- عمل دليل هندسي لتصميم المباني البحثية ألا شعاعيه في مصر بأسلوب معماري بيئي مرشد للطاقة .

أهمية الدراسة :

- أهمية علمية حيث أن الاهتمام بهذا النوع الخاص من المباني وهو المباني البحثية وتوفير الاحتياجات البيئية من إضاءة طبيعية بالإضافة إلى ترشيد الطاقة يؤدى بشكل مباشر وفعال لزيادة الإنتاجية في الأبحاث العلمية المتطورة

- أهمية تطبيقية وهى أن نتيجة هذه الدراسة تم :

- الوصول إلى عمل دليل مبسط للمعماريين يشرح استراتيجية التصميم المعماري البيئي المرشد للطاقة لنوع مميز من المباني وهى المباني البحثية .

- تم عمل إضافة إلى الموقع الخاص بمعمل لورانس بريكلى لتصميم الإضاءة على شبكة الاتصالات العالمية .

- تم عمل دراسة لأحد المراكز البحثية بجمهورية مصر العربية للوصول إلى تصميم معماري بيئي للإضاءة الطبيعية وعمل القياسات اللازمة للوصول إلى افضل معالجات بيئية لتوفير الإضاءة الطبيعية اللازمة للمعامل الإشعاعية بالإضافة إلى ترشيد الطاقة الكهربائية المستهلكة.

المنهجية المتبعة :

اتبعت الدراسة في مراحلها المختلفة عدة مناهج بحثية وهى تشتمل :-

- الجزء النظري

وذلك بدراسة ومراجعة الأبحاث السابقة لدراسة اعتبارات التصميم في حالات دراسية من بعض المراكز البحثية لمعرفة اتجاهاتها التصميمية وخصائصها عن طريق دراسة الخصائص العامة لموقع المراكز البحثية والأسس المعمارية والمقاييس المستخدمة في التخطيط والمقاييس المستخدمة لتصميم الإضاءة الطبيعية الجيدة بالمراكز البحثية والمعامل المشعة .

- الجزء العملي

يشمل تقييم الأداء البصري وكفاءة الإضاءة الطبيعية في المباني البحثية بدراسة تأثير التصميم المعماري البيئي على تخفيض معدل استهلاك الطاقة وذلك عن طريق التعرف على مفهوم الإضاءة الطبيعية وتكامل تصميم الفتحات ووسائل التظليل باستخدام نتائج الحاسب الآلي وبرنامج قياسات للمعالجات البيئية للإضاءة .

- الجزء التطبيقى

والذي يختص باستنباط وسيلة دعم للمعماريين وهى استخدام أحد برامج الحاسب الآلي للتصميم لتقييم اعتبارات الطاقة في المباني البحثية وكذلك تطبيق استخدامه في المبنى بتحسين الإضاءة الطبيعية من خلال التطبيق العملي على نموذج لأحد المباني البحثية الإشعاعية ،وصولا إلى النتائج التي تحقق الهدف من الدراسة بإثبات العلاقة بين التصميم الجيد المدروس للإضاءة الطبيعية وترشيد استهلاك الطاقة في المباني البحثية ثم وضع التوصيات .

مجال الدراسة :

تنحصر الدراسة النظرية لهذا البحث في دراسة تأثير التصميم المعماري البيئي على التشكيل المعماري للمراكز البحثية والعلاقة بين التصميم الجيد المدروس للإضاءة الطبيعية وترشيد الطاقة ورصد هذه العلاقة .

وتنحصر الدراسة التحليلية على رصد أثر التشكيل البيئي المعماري للمباني البحثية ألاشعاعيه على تخفيض معدل استهلاك الطاقة مع عمل قياسات وتحليلات واستخدام تطبيقات الحاسب الآلي .

نتائج الدراسة :

توصلت الدراسة إلى النتائج الآتية

- أهمية اعتبارات الطاقة والبيئة في تصميم المباني البحثية .

- الوصول إلى تصميم بيئي معماري للحصول على أقصى درجه من الإضاءة الطبيعية واقل استهلاك للإضاءة الصناعية على مدار العام مما يؤدى إلى اقل تكلفة واكبر ترشيد للطاقة وافضل أداء للعمل .

الباب الأول

أولا : تم فيه دراسة التصميم البيئي والعوامل المؤثرة عليه من موقع ومناخ،ونستعرض فيه التصميم البيئي من تهوية طبيعية

- دراسة موقع المبنى وزوايا سقوط الإشعاع الشمسي
- تصميم وسائل الإظلال

ثانيا :

- دراسة وسائل ترشيد الطاقة من العزل الحراري والإضاءة الطبيعية .

الباب الثاني

دراسة مفهوم المباني البحثية الإشعاعية لمعرفة اتجاهاتها التصميمية وخصائصها وذلك بدراسة :

الموقع

المناخ

الأسس المعمارية للتخطيط

المواصفات الخاصة لمراكز الأبحاث

الأسس والمقاييس المستخدمة لتصميم المعامل المشعة

الباب الثالث

دراسة تأثير التصميم المعماري البيئي على تخفيض معدل استهلاك الطاقة بالمباني البحثية الإشعاعية

الباب الرابع

دراسة لبعض النماذج العالمية لمراكز الأبحاث لتحليلها والوصول إلى نتائج تم الاستعانة بها لتحقيق المقاييس العالمية في الدراسة العملية لتحديد المعايير التصميمية للإضاءة الطبيعية لمبنى بحثي عن طريق وضع :

الهدف بتحسين الإضاءة الطبيعية والوصول لتحقيق تصميم معماري بيئي لترشيد الطاقة في المباني البحثية الإشعاعية باستخدام برامج الحاسب الآلي .

الباب الخامس

دراسة عملية لوضع معايير التصميم المعماري المرشد للطاقة للمراكز البحثية الإشعاعية

- بتحليل النتائج للوصول أولا للهدف من الدراسة وهو تحقيق العلاقة بين التصميم المعماري البيئي للمراكز البحثية الإشعاعية وتخفيض معدل استهلاك الطاقة وبالتالي تخفيض التكلفة .

- وضع دليل مبسط للمهندسين لأساسيات التصميم المعماري البيئي المرشد للطاقة مقترنا بالدراسة العملية وعرض النتائج المحققة للهدف .

المحتويات

الموضوع	ص.
شكر وتقدير	
مستخلص البحث	
ملخص البحث	
محتويات الرسالة	
فهرس الاشكال والجداول	
الباب الأول	
(دراسة التصميم البيئي والعوامل المؤثرة عليه)	1
مقدمة	1
1-1 دراسة العناصر المناخية	1
1-1-1 التحكم فى التعرض الاشعاعى الشمسى	1
1-1-2 الضغط الجوى	4
1-1-3 تأثير حركة الهواء	5
1-1-4 تأثير حركة الرطوبة النسبية	6
1-1-5 تأثير المطر	6
1-1-6 الاقاليم المناخية	6
1-1-7 التصميم البيئى	9
1-1-7-1 التهوية الطبيعية	10
1-1-7-2 التوجيه	12
1-1-7-3 تصميم وسائل الاظلال	17
1-1-8 التصميم المناخى للمبانى	20
1-1-8-1 المفاهيم الاساسية	20
1-1-8-2 التصنيف المناخى	20
1-1-8-3 اهمية التصنيف المناخى	21
1-1-8-4 البيانات المناخية	21
- العناصر المناخية	21
- مصادر البيانات المناخية	22
- العوامل المؤثرة على التصميم المناخى	22
1-1-9 تحليل المناخ	22

1-1-9-1 تحليل البيانات المناخية 22
1-1-9-2 تحليل الشعاع الشمسى 23
1-1-9-3 تحليل الرياح 24
1-1-9-4 تحليل التغيرات الموسمية للرطوبة النسبية والامطار 25
1-1-10 تطبيق التحليلات المناخية 26
اولا : تأثير التحليلات المناخية على الشكل العام للمبنى 26
- تقسيم الفراغات 27
- تحديد مناطق الاكتساب الشمسى 27
ثانيا: تصور للوصول للحجم الامثل للمبنى طبقا للتحليل المتاخى 28
(اساليب ترشيد الطاقة)
مقدمة 31
1-2 العزل الحرارى للمبانى 31
1-2-1 حساب العزل الحرارى للمبانى 31
1-2-1-1 الاشعاع الحرارى 33
1-2-1-2 التوصيل الحرارى 34
1-2-1-3 اهمية العزل الحرارى 36
1-2-1-4 توصيات خاصة بنوع المواد العازله 38
1-2-1-5 انواع مواد العزل 40
1-2-1-6 خصائص مواد العزل الحرارى 40
1-2-2 وسائل ترشيد استهلاك الطاقة فى المبانى 46
1-2-2-1 وسائل ترتبط بالبناء 46
1-2-2-2 وسائل ترتبط بالتقنيات والنظم عالية الكفاءة 47
1-2-2-3 وسائل ترتبط بادارة تقنيات ونظم الطاقة 49
1-2-3 اولويات التطبيق 49
1-2-4 الانارة الطبيعية 52

الباب الثانى

(دراسة مفهوم المبانى البحثية الاشعاعية لمعرفة اتجاهاتها التصميمية وخصائصها) 58
مقدمة 58

2-3 –1 الموقع 58
2-3-2 توزيع السكان 59
2-3-3 الاهمية التاريخية 60
2-3-4 علم الارض 60
2-3-5 علم المياه 61
2-3-6 المناخ 61
2-3-7 اعتبارات مكانية اساسية 64
2-3-8 الاسس المعمارية والمقاييس المستخدمة فى تصميم المراكز البحثية 67
2-3-8-1 التخطيط العام للمراكز البحثية الاشعاعية 67
2-3-8-2 مواصفات خاصة لمراكز الابحاث الاشعاعية 70
2-3-8-3 مواصفات التصميم للتحكم فى اضرار الاشعاع 71
2-3-9 الاسس والمقاييس المستخدمة فى تصميم المعامل المشعة 72
2-3-9-1 الموقع 72
2-3-9-2 خصائص المكان 72
2-3-9-3 المرونة فى التصميم 72
2-3-9-4 التنسيق والاندسكيب 73
2-3-9-5 التصنيف 73
2-3-9-6 ارتفاع المبنى 75
2-4 -1 خصائص تصميم المعـامل 75
2-4-1-1 المداخل والمخارج 78
2-4-1-2 مواد التشطيب 79
2-4-1-3 تشطيبات (بياض جاما 600 للوقاية من الاشعة) 81
أ- تشطيبات الارضيات 81
ب- تشطيبات الحوائط 82
ج- تشطيبات الاسقف 83
د- اسطح العمل 84
و- البنشات 84
ك- دواليب الادخنة 87
2-4-1-2 منشآت تخزين النظائر المشعة 87

2-4-1-3انظمة التخلص من النفايات المشعة 87
2-4-1-4 التهوية فى المعامل 88
2-4-2 التصميمات الحديثة للمعامل 89
2-4-2-1 تصميم المعامل المرن 90
2-4-2-2 الاعتبارات المناخية لتصميم المراكز البحثية 92
2-4-2-3 خصائص المعامل حسب التخصص 94
أ- معامل الابحاث الكميائية 94
ب- معامل الابحاث الفزيائية 94
2-4-3 ما تم التوصل اليه لتصميم المعامل 95
2-4-3-1 مرونة تصميم المبانى متعددة الطوابق 95
2-4-3-2 التكيف 96
2-4-3-3 المرونة 96
2-4-3-4 الزيادة الفعلية 96
2-4-3-5 الزيادة الضمنية 97
2-4-3-6 التبادلية 97
2-4-4 محددات التصميم المرن للمبنى البحثى متعدد الطوابق 98
2-4-4-1 محددات التصميم 98
2-4-4-2 محددات التنفيذ 98
أ- المرونة المطلقة 99
ب- المرزنة المحددة 100

الباب الثالث

دراسة تأثير التصميم المعمارى البيئى على تخفيض معدل استهلاك الطاقة بالمبانى البحثية الاشعاعية 101
3-5 –1 حالات دراسية لتصميم واستخدام فتحات الاضاءة الطبيعية 103
3-5-1-1 فوائد عمل الاضاءة الطبيعية 103
3-5-1-2 نوعية الاضاءة المحسنة 104
3-5-1-3 افضل راحة صحية للمستخدمين 105
3-5-1-4 تخفيض حمل الاضاءة 105

3-5-2 تصميم الاضاءة الطبيعية 106
3-5-2-1 تصميم المناطق الحضرية 106
3-5-2-2 تصميم للمناخ البارد 106
3-5-2-3 تصميم للمناخ المعتم 107
3-5-2-4 تصميم للمناخ الصافى 107
3-5-3 مفاهيم تصميم الاضاءة الطبيعية 108

1 الخطوة الاولى

1-1 اساسيات التصميم 109
1-1-1 الاساسيات 109
1-1-2 الاساليب 109

2 الخطوة الثانية

2-1 توجيه وشكل المبنى 112
2-1-1 الهدف 112
2-1-2 الاساسيات 112
اولا : تأثير التحليلات المناخية على الشكل العام للمبنى 113
- تقسيم الفراغات 113
- تحديد مناطق الاكتساب الشمسى 113
- استخدام الردهات 113
ثانيا : وضع تصور للوصول للحجم الامثل للمبنى طبقا للتحليل المناخى 113
- الاساليب 115
- احتياجات واعتبارات الاضاءة الطبيعية 116
2-1-3 توجيه المبنى 117
2-1-4 شكل المبنى 118
2-1-5 اختيار الالوان 120

3 الخطوة الثالثة

3-1 محيط الاضاءة الطبيعية 121
3-1-1 الاساسيات 121
3-1-2 مجال الرؤيا 123

3-1-3 الاساليب 123
4 الخطوة الرابعة 128
4-1 مركز الاضاءة الطبيعية 128
4-1-1 الهدف 128
4-1-2 الاساسيات 128
4-1-3 الاستفادة 128
4-1-4 الاساليب 128
5 الخطوة الخامسة
5-1 اختيار النوافذ والزجاج 134
5-1-1 الهدف 134
5-1-2 الاساليب 134
6 الخطوة السادسة
6-1 التظليل والراحة البصرية 156
6-1-1 الهدف 156
6-1-2 الاساليب 156
3-5-4 تكامل الاضاءة الطبيعية 162
7 الخطوة السابعة 162
7-1 التنسيق الميكانيكى لتعديل حجم ونوع النوافذ 162

الباب الرابع

تحليل لبعض النماذج العلمية لمراكز الابحاث

تحليل لحالات دراسية عالمية 165
4-6-1 الحالة الاولى **GREEN ON THE GRAND** 166
- اساسيات التصميم 166
- الشكل والتوجيه 166
- محيط الضوء الطبيعى 167
- عمق الاضاءة الطبيعية 167
- اختيار نوعية الزجاج 167
- التظليل والراحة البصرية 168

- الاضاءة المساعده 168
- التكاليف 168
4-6-2 الحالة الثانية SURREY TAX GENTER,SURREY,BC 169
- اساسيات التصميم 169
- الشكل والتوجيه 169
- المحيط وعمق الاضاءة 170
- اختيار نوعية الزجاج 170
- التظليل والراحة البصرية 171
- الاضاءة المساعدة 171
- التنسيق الميكانيكى 171
4-6-3 الحالة الثالثة YUKON ENERGY CORPORATION BUILDING (YEC) 172
- اساسيات التصميم 172
- الشكل والتوجيه 172
- محيط الاضاءة الطبيعية 172
- عمق الضوء الطبيعى 173
- اختيار نوعية الزجاج 173
- التظليل والراحة البصرية 173
- الاضاءة المساعده 174
- التنسيق الميكانيكى 174
- التكلفة 174

8 الخطوة الثامنة

8-1 تحسين الاضاءة الطبيعية 175
8-1-1 الهدف 175
8-1-2 الاساسيات 175
8-1-3 تطبيقات الدراسة العملية 178
8-1-4 منهجية التصميم 180
- وظائف 180
- امان 180

- اقتصاد 180
- العلاقة بين المبنى والبيئة 180
- المناخ 180

الباب الخامس

دراسة عملية لوضع معايير التصميم المعمارى المرشد للطاقة رللمراكز البحثية الاشعاعية

5-7-1 خطوات الدراسة 181
5-7-1-1 المرحلة الاولى من الدراسة 183
5-7-1-2 المرحلة الثانية من الدراسة 186
5-7-2 النتائج 242
5-7-2-1 خطوات الدراسة التطبيقية 252
- هدف الدراسة 252
- استخدام ادوات التصميم 255
- ادوات تصميم الاضاءة 259
- مخرجات البرنامج 259
5-7-3 الاقتراحات المفترضة 259
- الاقتراح الاول 259
- الاقتراح الثانى 262
- الاقتراح الثالث 264
- الاقتراح الرابع 265
5-7-4 نتائج الدراسة 266
5-7-5 اهم النتائج التى تم التوصل اليها 276
5-7-6 الاستنتاج 289
5-7-7 الخلاصة 293
5-7-8 التوصيات 293
المراجع 296

فهرس الاشكال

الأشكال	ص
الشكل (1) يوضح الاختلاف الحراري المدارى على مستوى العالم	2
الشكل (2) يوضح الانعكاسات التي تحدث لأشعة الشمس قبل الوصول لسطح الأرض	3
الشكل (3) يوضح مثال لزوايا سقوط أشعة الشمس على سطح الكرة الأرضية	4
الشكل (4) يوضح نموذج لوردة الرياح لقياس سرعة واتجاه وحركة الرياح السائدة	5
الشكل (5) يوضح خريطة المناخ العالمي	7
الشكل (6) يوضح خريطة الأقاليم المناخية في مصر	8
الشكل (7) يوضح تغير سر عات الهواء حسب الارتفاعات المختلفة	11
الشكل (8) يوضح تأثير سرعة وسلوك مسارات الرياح بكتلة المبنى	11
الشكل (9) يوضح تأثير شبكة الممرات وشكل وارتفاع المباني على حركة الهواء	12
الشكل (10) يوضح الاختلاف في المسار الشمسي الساقط على الأرض بين الصيف والشتاء	14
الشكل (11) يوضح دراسة الظلال من خلال خريطة المسار الشمسي	14
الشكل (12) يوضح الأداء المتنوع للفناء السماوي لعمل التوازن الحراري للمبنى	16
الشكل (13) يوضح أسلوب تصميم وسائل التظليل	18
الشكل (14) يوضح حساب عرض البروز الأفقي أعلى الفتحات	19
الشكل (15) يوضح خريطة مناخ العالم	20
الشكل (16) يوضح تحليل لمسار الشعاع الشمسي ودراسة استراتيجية تصميم طرق التظليل	23
الشكل (17) يوضح اتجاه الرياح في المناطق المناخية المعتمدة على الشروط المحلية	24
الشكل (18) يوضح منحنى الذي يوضح التغيرات الموسمية للرطوبة النسبية والأمطار	25
الشكل (19) يوضح تأثير التحليلات المناخية على الشكل العام للمبنى البحثي	26
الشكل (20) يوضح تحليل للوصول للحجم الأمثل للمبنى البحثي طبقا للتحليل المناخي البيئي	28
الشكل (21) يوضح مثال لتفاصيل العزل الحراري في أماكن هامة من المبنى	35
الشكل (22) يوضح بعض الطرق المختلفة للعزل لبلاطة الأرضية مع الحوائط	36
الشكل (23) يوضح أحد طرق العزل لمنع التسرب الحراري	37
الشكل (24) يوضح أنواع مختلفة من الحوائط وطرق عزله بتخانات مختلفة	42
الشكل (25) يوضح مكونات حائط معزول	50
الشكل (26) يوضح بعض الأساليب لتقليل الوهج للإضاءة المباشرة	55
الشكل (27) يوضح أساليب مختلفة للتوزيع الجيد للإضاءة داخل الفراغ	57

الشكل (28) يوضح استخدام المرايا في إدخال الضوء إلى عمق الغرفة 57
الشكل (29) يوضح الانبعاث الحراري في أحد المدن الحضرية 63
الشكل (30) يوضح الطرق التحليلية لتخطيط المدن 68
الشكل (31) يوضح الموقع العام لمركز أبحاث (نيوجيرسى) يظهر اتجاه تجمعات المباني 69
الشكل (32) يوضح مستويات عزل النشاط النووي 70
الشكل (33) يوضح رسم تخطيطي للعلاقة بين مكونات المراكز البحثية 71
الشكل (34) يوضح بعض أساليب التخطيط للمراكز البحثية 73
الشكل (35) يوضح رسم كروكي لمبنى أبحاث متعدد الطوابق 75
الشكل (36) يوضح رسم كروكي كنموذج ليجمع الوحدات المشعة 75
الشكل (37) يوضح تخطيطا لمعمل له مستوى إشعاعي خفيف 76
الشكل (38 أ-ب-ج-د) يوضح نماذج للمعامل ذات الوقاية الإشعاعية 76
77
78
الشكل (39) يوضح أحد نماذج التغطية بالايبوكسى في أحد المعامل للنظائر المشعة 82
الشكل (40) يوضح أحد أنواع التغطيات المختلفة من الدهان المطاطي للمعامل المشعة 83
الشكل (41) يوضح أمثلة لتشطيبات أسقف المعامل من بلاطات الفيبر 83
الشكل (42) يوضح أمثلة لتشطيبات أسقف المعامل من بلاطات الجبس الليفي 84
الشكل (43) يوضح نموذج للوحدات المستخدمة في المعامل 84
الشكل (44أ – ب-ج) يوضح الأبعاد القياسية للوحدات المستخدمة في المعامل 85
86
88
الشكل (45) يوضح رسم كروكي تخطيطي لأسلوب عمل نظام التهوية للمعامل بالمبنى 88
الشكل (46) يوضح محاكاة لأحد معامل المعهد الصحي الوطني بالولايات المتحدة الأمريكية 89
الشكل (47) يوضح تصميم الإضاءة الداخلية للمعامل وقاعات الاجتماعات والمحاضرات 90
الشكل (48) يوضح رسم بياني للبيانات المناخية المطلوبة للتصميم المناخي لمبنى بحثي 92
الشكل (49) يوضح نتائج استراتيجية تصميم الإضاءة الطبيعية 104
الشكل (50) يوضح المعدل الشهري للإشعاع الشمسي بمدينة تورنتو بكندا 106
الشكل (51) يوضح توقيع المبنى على خريطة المسار الشمسي 112
الشكل (52) يوضح زاوية السماء لتحديد الارتفاع الأقصى للمبنى 115
الشكل (53) يوضح استخدام النسب القياسية لتحديد بعد المبنى عن المباني المجاورة 116
الشكل (54) يوضح توزيع الضوء بطول الغرفة 117

الشكل (55) يوضح أمثلة لأشكال المباني البحثية	118
الشكل (56) يوضح إمكانية الاستفادة من الشكل الهندسي للإضاءة الجيدة	118
الشكل (57) يوضح افضل نسبة لعرض ردهة مركزية هي نسبة 1:1 لارتفاع المبنى	119
الشكل (58) يوضح أسلوب تصميم نوافذ فردية وثنائية	120
الشكل (59) يوضح استخدام إطارات النوافذ	120
الشكل (60) يوضح أسلوب تصميم الأرفف للحصول على التظليل والرؤية والإضاءة الطبيعية	124
الشكل (61) يوضح قطاع عرضي لسقف منحدر لزيادة الضوء الطبيعي	124
الشكل (62) يوضح الحدود الداخلية للنافذة التي تعتبر المقطع الانتقالي	125
الشكل (63) يوضح عمق الإضاءة الطبيعية حسب ارتفاع النافذة	125
الشكل (64) يوضح توزيع الإضاءة بواسطة الأرفف الفاتحة اللون	126
الشكل (65) يوضح توزيع الإضاءة بواسطة الأرفف الداخلية والخارجية	126
الشكل (66) يوضح افضل وضع للأثاث بالنسبة لفتحة الإضاءة	127
الشكل (67) يوضح أمثلة لاستراتيجية الإضاءة العلوية	128
الشكل (68) يوضح تحسين توزيع الإضاءة في المساحات العميقة بواسطة الإضاءة العلوية	128
الشكل (69) يوضح أنواع النوافذ السقفية المائلة لتجميع الإضاءة في مختلف المواسم	129
الشكل (70) يوضح موقع النوافذ السقفية حسب ارتفاع المبنى	129
الشكل (71) يوضح وسائل تحسين أداء النوافذ السقفية	130
الشكل (72) يوضح استخدام أدوات التظليل الموسمية	130
الشكل (73) يوضح عاكس داخلي لتوزيع الإضاءة وافضل موقع رؤية للنوافذ السقفية	131
الشكل (74) يوضح نوع من النوافذ السقفية لتجنب مشاكل الإضاءة العلوية	131
الشكل (75) يوضح أبعاد المناور حسب وظيفة ارتفاع المبنى	132
الشكل (76) يوضح استخدام الأسطح العاكسة للمناور وتجميع ضوء الشمس	132
الشكل (77) يوضح توزيع الإضاءة بواسطة الحوائط الداخلية	133
الشكل (78) يوضح أهمية اختيار موقع النافذة السقفية لتجنب أشعة الشمس المباشرة	133
الشكل (79) يوضح قطاع عرضي في إطار من الألياف الزجاجية لنافذة ثلاثية الزجاج	136
الشكل (80) يوضح نموذج لتجميع نافذة مزدوجة الزجاج	137
الشكل (81) يوضح رسم بياني يوضح نتائج أحد الدراسات لنوافذ عالية الكفاءة	137
الشكل (أ -1) قطاع يوضح خصائص نافذة أحادية الزجاج الشفاف	138
الشكل (أ -2) قطاع يوضح خصائص نافذة أحادية ملون بصبغة زجاجية برونزية أو رمادية	139

الشكل (أ -3) قطاع يوضح خصائص نافذة زجاج مزدوج شفاف	140
الشكل (أ -4) قطاع يوضح خصائص نافذة زجاج مزدوج مخفض للاكتساب الشمسي العالي	141
الشكل (أ -5) قطاع يوضح خصائص نافذة زجاج مزدوج مطلي	142
الشكل (أ -6) قطاع يوضح خصائص نافذة زجاج مزدوج الملون البرونزي أو صبغة رمادية	143
الشكل (أ -7) قطاع يوضح خصائص نافذة بالزجاج الملون العالي الأداء	145
الشكل (أ -8) قطاع يوضح خصائص زجاج مزدوج المخفض للاكتساب الشمسي المنخفض	146
الشكل (أ -9) قطاع يوضح خصائص نافذة زجاج ثلاثي مخفض للاكتساب الشمسي المعتدل	137
الشكل (أ -10)قطاع يوضح خصائص نافذة زجاج ثلاثي مخفض للاكتساب الشمسي المنخفض	148
الشكل (أ -11) قطاع يوضح خصائص زجاج انتقائي لتقليل الاكتساب الشمسي المنخفض	149
الشكل (82) يوضح رسم بياني للنسبة المئوية للضرر الذي تسببه الأشعة الفوق بنفسجية	143
الشكل (83) يوضح الاكتساب الحراري والنفاذية الضوئية لكل من أنواع النوافذ السابقة	149
الشكل (84) يوضح قطاع في إطار نافذة من الألومنيوم	150
الشكل (85) يوضح قطاع في إطار نافذة من الخشب	151
الشكل (86) يوضح قطاع في إطار نافذة من الكسا	151
الشكل (87) يوضح قطاع في إطار نافذة من الفينيل	152
الشكل (88) يوضح قطاع في إطار نافذة من الفينيل المعزول	152
الشكل (89) يوضح قطاع في إطار نافذة من الأطر المهجنة	153
الشكل (90) يوضح بعض أساليب المختلفة للتظليل	156
الشكل (91) يوضح بعض أساليب المختلفة للتظليل المتحركة	157
الشكل (92) يوضح التظليل بالأشجار الموسمية	159
الشكل (93) يوضح استعمال المظلات والحواجز المختلفة الأوضاع	159
الشكل (94) يوضح وضع أداة التظليل بعمق النافذة	160
الشكل (95) يوضح نموذج أداة التظليل العمودية خارج المبنى	160
الشكل (96) يوضح مقدار الاكتساب الشمسي واختراق الضوء بالنافذة	160
الشكل (97) يوضح للاسترشاد في تصميم حجم المظلات بالإضافة للجدول (21)	161
الشكل (98) يوضح نموذج للإضاءة المباشرة والغير مباشرة	163
الشكل (99) يوضح رسم تخطيطي لقطاع عرضي للمبنى	169
الشكل (100) يوضح أهمية اختيار موقع النافذة لزيادة الإضاءة الطبيعية	169
الشكل (101) يوضح أشكال الأرفف المستخدمة لتقليل الوهج	170

الشكل (102) يوضح الاختيار الجيد لمواد التشطيب لغلاف المبنى الخارجي المخفض للطاقة 171
الشكل (103) يوضح ممر مزود بالإضاءة الطبيعية 171
الشكل (104) يوضح أدوات التظليل الثابتة والمتحركة 172
الشكل (105) يوضح نتائج الحسابات برسومات بيانية لاستعمال الطاقة بالمبنى 176
الشكل (106) يوضح الإضاءة باللاكس في ساعات اليوم خلال اشهر السنة 183
الشكل (107) يوضح الاقتراح بتغيير فتحات الإضاءة بالمعمل المكون من طابق واحد 240
الشكل (108) يوضح الاقتراح بتغيير فتحات الإضاءة بالمعمل المكون من عدة طوابق 240
الشكل (109) يوضح الاقتراح الذي تم تطبيقه على نموذج الدراسة 241
الشكل (110) يوضح رؤية جانبية وامامية لنموذج المحاكاه لفتحة الاضاءة توضح تدرج كنتورى لمستوى الاضاءة بالمعمل 244
الشكل (111) يوضح القياس الكنتورى لتأثير معدل عامل الانعكاس معدل الإضاءة الطبيعية 246
الشكل (112) يوضح صورة جانبية للإضاءة الطبيعية بالنسبة لسطح العمل 246
الشكل (113) يوضح تأثير التشطيبات الداخلية في توزيع الضوء الطبيعي 247
الشكل (114) يوضح حركة الظل اليومية بالساعات الناتجة عن التظليل ومساحة الزجاج 253
الشكل (115) يوضح ساعات التظليل حسب مساحة الغرفة ويقترح شكل واتجاه أدوات التظليل 254
الشكل (116) يوضح المسقط الأفقي وكروكي منظور خارجي للمبنى موضع الدراسة 255
الشكل (117) يوضح المسقط الأفقي للمركز البحثي متضمنا الحالة الدراسية (معمل) 256
الشكل (118-1) يوضح وضع الأرفف المضيئة لتحقق الحد الأقصى من انعكاس الضوء 258
259
الشكل (118-2) يوضح مستوى الاضاءة الطبيعية والكهربائية خلال مقطع عرضى 259
الشكل (118-3) يوضح مستوى الاضاءة الطبيعية والكهربائية خلال مقطع افقى ورأسى
الشكل (119) يوضح مقطع عرضي لمساحة انتشار الضوء المتوقع من النافذة السقفية 260
الشكل (120) يوضح زيادة مستوى الضوء الطبيعي بتطبيق الاقتراح الثاني 261
الشكل (121) يوضح توظيف أحد خصائص أنظمة الإضاءة الطبيعية المتقدمة 262
الشكل (122) يوضح افتراضات البرنامج لشكل وحجم النافذة 264
الشكل (123) يوضح دراسة افضل توجيه مناسب لحجم وشكل المبنى 265
الشكل (124) يوضح التحليل الكنتورى لمستوى الإضاءة قبل وبعد تطبيق المعالجات 265
الشكل (125) يوضح قيمة شدة الإضاءة التي تم قياسها أسبوعيا على مدى ساعات اليوم 266
شكل (125-1) يوضح اجمالى معدل الاضاءة الطبيعية والكهربائية خلال مسطح العمل 267
شكل (125-2) يوضح اجمالى معدل الاضاءة الطبيعية والكهربائية خلال مسطح العمل 267

شكل (125-3) يوضح ثلاث نتائج لثلاث اقتراحات لابعاد وارتفاعات فتحات الاضاءة على مدار العام مما يوضح زيادة معدل الاضاءة كلما زادت ابعاد فتحة الاضاءة من 62, % الى 1,90 %	268
شكل (125-4) رسم بيانى يوضح معدل حفظ الطاقة سنويا من الاضاءة الطبيعية نتيجة التصميم المعمارى البيئى،وكذلك يوضح معدل تخفيض تكلفة الطاقة من الاضاءة	269
الشكل (126- 1) يوضح معدل انخفاض الطاقة الكهربائية المستهلكة في الإضاءة	270
الشكل (126- 2) يوضح معدل انخفاض تكلفة الطاقة المدخرة من الإضاءة	270
شكل (126-3) يوضح معدل حفظ الطاقة عن طريق التصميم الجيد لحجم وشكل المبنى	271
شكل (126-4) يوضح معدل تكلفة حفظ الطاقة عن طريق التصميم الجيد لحجم وشكل المبنى	271
شكل (126-5) يوضح معدل حفظ الطاقة عن طريق الاختيار الجيد لنوع زجاج النوافذ	272
شكل (126-6) يوضح معدل تكلفة حفظ الطاقة عن طريق الاختيار الجيد لنوع زجاج النوافذ	272
الشكل (127) يوضح قيمة معدل ترشيد الطاقة الكهربائية السنوية للحالة الدراسية المعالجة	273
الشكل (128) يوضح قياس زيادة معدل شدة الاضاءة الطبيعية المعدلة على مدار العام	274
الشكل (129) يوضح العلاقة الهندسية بين عدد وتوزيع العاملين والحمل الحراري الداخلي	276
الشكل (130) يوضح زيادة استهلاك الإضاءة الصناعية بتناقص العامل معامل انتقال الضوء	277
الشكل (131) يوضح تأثير عرض الغرفة على استهلاك الطاقة للإضاءة	277
الشكل (132) يوضح الاستهلاك السنوي للإضاءة حسب التوجيه	278
شكل (132-أ) يوضح معدل استهلاك الطاقة الكهربائية على مدار العام لثلاث توجيهات	278
الشكل (133) يوضح زيادة شدة الاستضاءة بزيادة ارتفاعات النافذة	289
الشكل (134) يوضح تأثير ألوان أسطح المعمل الداخلية على معامل انعكاس الضوء	290

فهرس الجداول

الجداول	ص

جدول (1) يوضح معدلات التهوية اللازمة للفراغات المختلفة 13
جدول (2) يوضح معامل خط الظل (يستخدم مع الشكل (14)) 19
جدول (3) يوضح البيانات المطلوبة تجميعها للتصميم المناخي 21
جدول (4) يوضح تحليل للتوجيه الأمثل لمبنى بحثي ردا على الزوايا الشمسية 29
جدول (5) يوضح المعامل الحسابي لمقاومة الإشعاع الحراري 34
جدول (6) يوضح الخواص الحرارية لبعض المواد العازلة واسعة الاستعمال 39
جدول (7) يوضح الخواص الحرارية الفيزيائية لمواد البناء والمواد العازلة 43
جدول (8) يوضح أنواع مختلفة لأساليب الإضاءة 54
جدول (9) يوضح نسبة الإضاءة المطلوبة ونسبة مساحة الفتحات إلى مساحة الغرفة 56
جدول (10) يوضح قيم شدة الإضاءة في الفراغات المختلفة 110
جدول (11) يوضح الإضاءة الطبيعية المناسبة لعموم مساحة المبنى 111
جدول (12) يوضح توجيهات المبنى طبقا لتأكيدات الاتجاهية ردا على الزوايا الشمسية 114
جدول (13) يوضح زاوية تعرض السماء ونسبة المقياس لمختلف خطوط العرض 116
جدول (14) يوضح العوامل الهندسية للمعامل 121
جدول (15) يوضح العوامل الهندسية للمعامل 122
جدول (16) يوضح نسبة معامل الانعكاس للأسطح 127
جدول (17) يوضح قيمة معامل اكتساب الإشعاع الشمسي لأنواع الزجاج والنوافذ المختلفة 135
جدول (18) يوضح نفاذية الضوء ومعامل الاكتساب الحراري الشمسي لأنظمة الزجاج 136
جدول (ب-1) يوضح مواصفات النافذة الكاملة أحادية الزجاج الشفاف 136
جدول (ب-2) يوضح مواصفات النافذة الكاملة بزجاج أحادى ملون برونزي أو رمادي 137
جدول (ب-3) يوضح مواصفات النافذة الكاملة بزجاج مزدوج شفاف 138
جدول (ب-4) يوضح مواصفات النافذة الكاملة بالزجاج المخفض للاكتساب الشمسي العالي 139
جدول (ب-5) يوضح مواصفات النافذة الكاملة زجاج مزدوج مكسو بطبقة مخفضة للاكتساب الشمسي المعتدل 140
جدول (ب-6) يوضح مواصفات النافذة الكاملة بالزجاج المزدوج الملون برونزي أو رمادي 141
جدول (ب-7) يوضح مواصفات النافذة الكاملة بالزجاج الملون العالي الأداء 142
جدول (ب-8) يوضح مواصفات النافذة الكاملة بالزجاج المخفض للاكتساب الشمسي المنخفض 143
جدول (ب-9) يوضح مواصفات النافذة الكاملة الزجاج الثلاثي مخفض للاكتساب الشمسي المعتدل 144

جدول (ب-10) يوضح مواصفات النافذة الكاملة بالزجاج الثلاثي مخفض للاكتساب الشمسي المنخفض	145
جدول (19) يوضح قيمة معامل الاكتساب الحراري الشمسي وانتقال الرؤية للتظليل الداخلي	158
جدول (20) يوضح استراتيجيات التظليل حسب توجيه النوافذ	160
جدول (21) يوضح للاسترشاد فى تصميم حجم المظلات	161
جدول (22) يوضح الخواص الحرارية للنوافذ	167
جدول (23) يوضح أهمية خصائص المبنى المقترح	181
جدول (24) يوضح قياسات الحالة الدراسية من معامل الإضاءة لمسطح العمل	244
جدول (25) يوضح أعلى قيمة لنسبة الفتحات التي ينصح بها	275
جدول (26) يوضح كمية الطاقة العابرة خلال الأنواع المختلفة من الزجاج	275
جدول (27) يوضح معامل الوقاية من أشعة الشمس z	275

الباب الاول

دراسة التصميم البيئي والعوامل المؤثرة عليه

يعتبر المناخ من أهم العوامل الطبيعية الهامة التى تؤثر فى تشكيل سطح الأرض والحياة النباتية والحيوانية عليها ، وكذلك يؤثر على الحياة البشرية . وإذا كان الإنسان بفضل التقدم التكنولوجى قد استطاع أن يتحكم جزئيا فى تكييف المباتى إلا أنه لم يتحرر نهائيا من سيطرة المناخ عليه لما له من تأثير كبير على الإنسان والبيئة المحيطة الطبيعية وكذلك البيئة المشيدة التى يصنعها الإنسان لنفسه من حيث نوع والتشكيل المعمارى للمبنى .

لذلك تعتبر دراسة المعالجات المعمارية ضرورية لتوافق المبانى مع البيئة المحيطة وصولا الى تصميم مبانى تتناسب مع التشخيص المناخى والاحتياجات البيئية للإنسان، يستلزم معه دراسة البيئة الخارجية والداخلية للمبنى .

الراحة الحرارية للإنسان والعوامل التى تؤثر عليها :

تعرف الراحة الحرارية للإنسان بأنها حالة من الرضاء الفيزيائى والنفسى تتحقق عندما يمكن للجو المحيط إزالة حرارة الجسم ورطوبته الزائدة بنفس معدل إنتاج الجسم لهما .

وتعرف بقدرة الجسم البشرى على أداء وظائفه الحيوية بأقل قدر ممكن من الإجهاد على أجهزة الجسم وخلاياه ،ويؤثر الوسط الحرارى على مستويات الأداء لجميع الأنشطة البشرية ذهنية كانت أم عضلية،فيؤثر علىالحالة الصحية و المقصود بها حالة الجسم من حيث قدرته على مقاومة الأمراض وقدرته على أداء وظائفه الحيوية بشكل طبيعى .

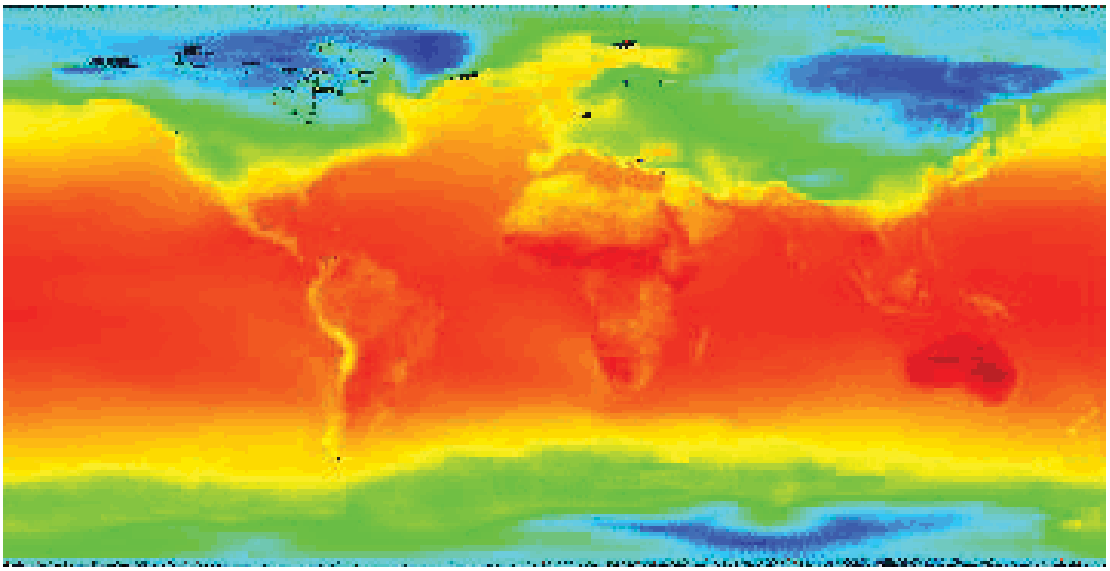
1-1 دراسة العناصر المناخية – الأقاليم المناخية :

1-1-1 التحكم فى التعرض الاشعاعى الشمسى :

يعتبر عنصر الحرارة من أهم عناصر المناخ وتختلف درجات الحرارة فى أنحاء العالم اختلافا كبيرا ،ويعبر عن الإشعاع بمتوسط درجة حرارة الإشعاع وهى متوسط درجة حرارة وحدة المساحة من الأسطح المحيطة،وتعتمد شدة تأثيرها على وضع الجسم بالنسبة للشمس أو للأسطح المشعة وكذلك على الرطوبة وحركة الهواء،وللحرارة آثار واضحة على الإنسان والحيوان والنباتات كما أن للحرارة تأثير كبير أيضا على عناصر المناخ الأخرى مثل الضغط الجوى،ومن المعروف أن الحرارة عبارة عن تعبير عن قوة الطاقة الموجودة فى جسم أى إنسان وبزيادة تلك الطاقة تزداد درجة حرارة الجسم .

ويعتبر الإشعاع الشمسى المباشر أكثر العوامل المناخية المؤثرة على درجة حرارة المناخ الخارجى توجد أعلى درجات حرارة فى العروض الاستوائية والمدارية حيث يزداد الاشعاع الشمسى فى حين أن أقل درجات حرارة نجدها عند القطبين حيث يقل الاشعاع الشمسى الى أقصى حد .

حيث يقع فى نطاق يمتد بين خط الاستواء وخط عرض 20° أو 25° شمالا وجنوبا متجهين نحو القطبين تبدأ درجات الحرارة فى الارتفاع السريع .



شكل (1) يوضح الاختلاف الحرارى المدارى على مستوى العالم

وتوجد ثلاث طرق أساسية للانتقال الطبيعى للحرارة :

1 – التوصيل Conduction : وهو تدفق الحرارة المباشر خلال جزيئات المادة من الجزء ذى الطاقة الحرارية الأكبر الى الجزء ذى الطاقة الحرارية الأقل .

1 – الحمل Convection : ويعنى تدفق جزيئات المادة الساخنة نفسها من مكان لآخر باستخدام وسط محيط .

3– الاشعاع Radiation : وهو انتقال الحرارة مباشرة عن طريق الموجات الكهرومغناطيسية والطاقة الحرارية المختزنة بالماء أو بالمادة .

التحكم فى الانتقال الحرارى بين الوسط الخارجى والوسط الداخلى :

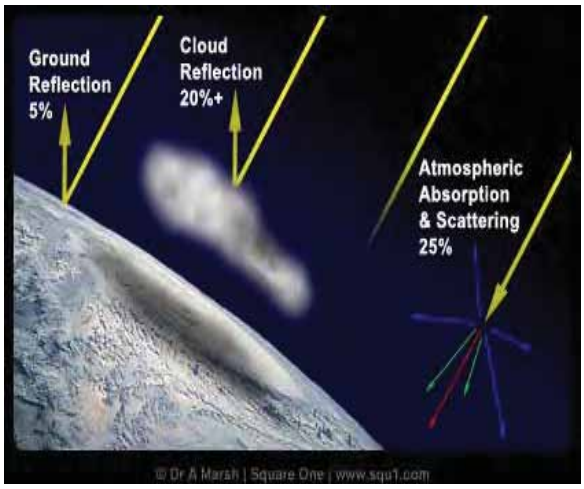
عندما تسقط أشعة الشمس على الأسطح الخارجية للمبانى فإن جزء من الأشعة يمتص والجزء الباقى ينعكس . وتتوقف كمية الحرارة التى تنتقل من الفراغ الخارجى الى الفراغ الداخلى على تصميم العناصر الإنشائية للغلاف الخارجى من مواد بناء وسمك الحوائط وانواع التشطيب الخارجى .

مصدر حرارة الأرض الرئيسى هو الشمس ،حيث أشعة الشمس تقع عمودية على خط الاستواء أثناء الاعتدالين وهما الربيع والخريف فإن كمية الأشعة التى تصيب نصف الكرة الشمالى تساوى الكمية التى تصيب النصف الجنوبى خلال هذين الفصلين . أما فى الصيف أشعة الشمس تكون عمودية

على مدار السرطان ومائلة على مدار الجدى ،فيكتسب نصف الكرة الشمالى كمية أكبر من أشعة الشمس .

والعكس فى النصف الجنوبى (من 22 ديسمبر الى 21 مارس) حيث يكتسب نصف الكرة الجنوبى كمية أكبر من أشعة الشمس خلال ذلك الفصل .

ويضاف الى ذلك طول النهار أثناء الصيف وقصره أثناء فصل الشتاء .



وتتأثر أشعة الشمس المخترقة الهواء فى طريقها الى سطح الأرض بالمحيط الهوائى الذى تمر فيه وأهم أثر فى هذا القبيل هو تقليل تلك الأشعة . ويتوقف تأثير الهواء على أشعة الشمس على عدة عوامل منها كمية السحب وكمية الغبار الموجودة فى الهواء كما يوضحه شكل (2). والأشعة المخترقة للهواء يضيع جزء منها بالتبديد وجزء آخر بالانعكاس الى طبقات الجو العليا .

شكل(2) يوضح الانعكاسات التى تحدث لاشعة الشمس قبل الوصول لسطح الارض

ويعتبر الإشعاع الشمسى أحد أهم عناصر المناخ المؤثرة فى الانسان والبيئة المحيطة به، ويتم رصد وتحديد حركة الشمس فى أى مكان وأى وقت عن طريق :

زاوية الارتفاع Altitude angle :

وهى الزاوية الرأسية بين خط الأفق عند خط العرض وموقع الشمس فى السماء .

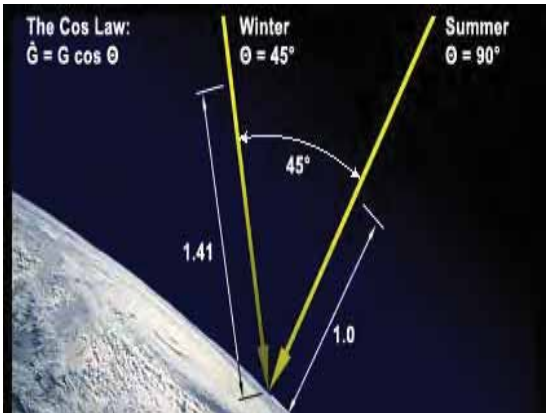
الزاوية الأفقية Azimuth angle :

وهى الزاوية الأفقية للشمس وتقاس بالدرجات من اتجاه الشمال الجغرافى وفى اتجاه عقارب الساعة.

هاتان الزاويتان أحد أهم العوامل المؤثرة على شدة الاشعاع الشمسى والتى تقاس بوحدة وات/م^2 كما يوضحه شكل (3) .

وتوجد عدة عوامل أخرى مؤثرة على شدة الإشعاع الشمسى وهى كالتالى :

- حالة الغلاف الجوى من تلوث أو ارتفاع فى الرطوبة .



- الارتفاع عن سطح البحر .
- تغيير المسافة بين السماء والأرض .
- عوامل تشتت الاشعاع Diffuse Solar radiation

شكل (3) يوضح مثال لزوايا سقوط اشعة
الشمس على سطح الكره الارضية

ويعتمد التوزيع الحرارى طوال الشهر أو الفصل أو السنة على متوسط حرارة اليوم . ويرتبط هذا المتوسط الحرارى اليومى بالتوازن بين كمية أشعة الشمس الواردة الى الأرض وكمية الإشعاع الصادر منها . فمنذ شروق الشمس حتى الساعة الثانية أو الثالثة بعد الظهر تكون كمية الأشعة القادمة للأرض أكثر من الكمية الصادرة،وعليه ترتفع درجة الحرارة نتيجة لذلك .

الفترة بعد الثالثة ظهرا وحتى شروق الشمس فى اليوم التالى تكون كمية الأشعة القادمة أقل من كمية الأشعة الصادرة . وتبدأ الأرض فى فقدان حرارتها بسرعة،بذلك تنخفض الحرارة وتصل الى حدها الأدنى قبل شروق الشمس.

أما التغيير السنوى للحرارة فهو صورة مكبرة من التغير اليومى للحرارة ففى الصيف ترتفع درجة الحرارة وتنخفض فى الشتاء وذلك بسبب اختلاف طول الليل والنهار واختلاف الزاوية التى تصل بها أشعة الشمس الى الأرض من فصل الى آخر .

1-1-2 الضغط الجوى والرياح :

الضغط الجوى ليس له أثر مباشر على نواحى البيئة الطبيعية والبشرية كما هو الحال فى درجات الحرارة وسقوط الامطار غير أن له أهمية كبيرة فى أثره على حركة الرياح وينعكس بدورها على معدل تساقط الأمطار .

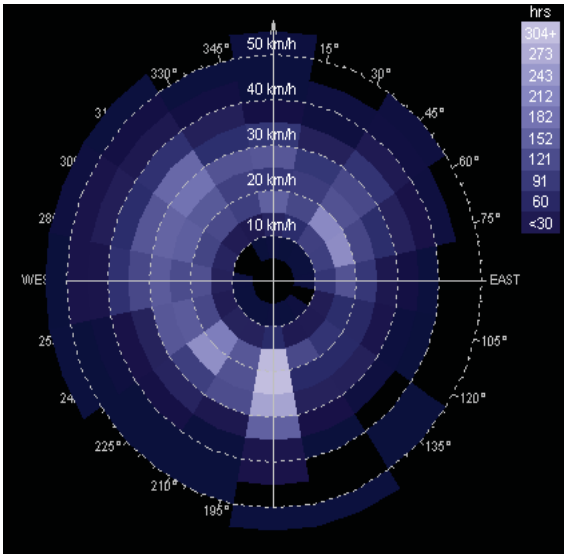
والجدير بالذكرأن الضغط الجوى يعبرعن القوة الناتجة عن ضغط الهواء أو ثقله وهذا الثقل يتغير من وقت للآخر غير أن الإنسان لا يشعر كثيرا بهذا التغير فى الضغط مثلما يشعر بدرجات الحرارة.

ومناطق الضغط المرتفع والمنخفض ينتج بعضها نتيجة لظروف حرارية وبعضها الاخر لظروف ديناميكية أو الاثنين معا . وحيث أن كثافة الهواء ووزنه يتأثران بالحرارة السائدة فإنه من المتوقع أن أى اختلاف فى الحرارة سوف يؤدى إلى اختلافات فى الضغط الجوى .

وعليه نجد ان زيادة درجة الحرارة تؤدى الى زيادة حجم الهواء وارتفاعه لأعلى ومن ثم انخفاض الضغط الجوى .

1-1-3 تأثير حركة الهواء :

تساعد حركة الهواء على التخلص من الحرارة الزائدة بالحمل اذا كانت درجة حرارة الهواء المتحرك أقل من درجة حرارة البشرة وذلك بزيادة عملية بخر العرق لأن الهواء المتحرك يحمل معه رطوبة البشرة ويحل محله دائما هواء أكثر جفافا ،وينعدم هذا التأثير عندما تكون الرطوبة النسبية أقل من 30 % ذلك لأن البخر يكون نشيط فى سكون الهواء ،وعندما تكون الرطوبة النسبية أعلى من 85 % فإن البخر يكون محدودا حتى لو تحرك الهواء الذى يمكن قياس سرعته واتجاهه بوردة الرياح .



شكل (4) يوضح نموذج لوردة الرياح التى يمكن عن طريقها قياس سرعه واتجاه حركة الرياح السائدة

وفى الأجواء الحارة تعتبر حركة الهواء فى الفراغ الداخلى التى تبلغ سرعتها 1.0 م/ثانية محببة كما يمكن تقبل سرعات تصل الى 1.5 م/ثانية ، أما فى الأجواء الباردة فلا يجب أن تزيد سرعة الهواء عن 0.25 م/ثانية كما لا يجب أن تقل عن 0.1 م/ثانية حيث يخلق هذا الشعور بالضيق .

1-1-4 تأثير الرطوبة النسبية :

الرطوبة المطلقة وهى عبارة عن الكمية الحقيقية لبخار الماء الموجود فى الهواء مقاسة بعدد الجرامات فى المتر المكعب من الهواء وتصل منتهاها فى المناطق الاستوائية ثم تقل نحو القطبين كما أنها تتأثر بوجود المسطحات المائية والغطاء النباتى .

أما الرطوبة النسبية : فهى عبارة عن نسبة بخار الماء فى الهواء وهذه النسبة عبارة عن كمية بخار الماء الفعلية فى الهواء منسوبة الى كمية بخار الماء التى يستطيع الهواء أن يحملها تحت نفس درجة حرارته . وتقاس بجهاز السيكرومترات .

تؤثر الرطوبة النسبية فى سرعة البخر للهواء ومن ثم تتحكم فى درجة التبريد الذى يحدث عند تبخر العرق من على سطح البشرة فيزيد فى الجو الجاف ويقل بازدياد معدل الرطوبة فى الجو.

والرطوبة من عناصر المناخ الهامة وتعتبر من أهم العناصر المكونة للهواء وتتوقف سرعة التبخر وكميته على درجة حرارة الهواء وعلى درجة جفافه وكذلك على مدى تحركه .
وينعدم الإحساس بتأثير الرطوبة النسبية عندما تكون بين 30 % الى 50 % وذلك عند درجات حرارة من 20 الى 25 درجة مئوية . واذا زادت درجة الحرارة عن 25 درجة مئوية يزداد الإحساس بالرطوبة ويزيد معدل العرق عن البخر ويقل هذا التأثير بازدياد سرعة الهواء . وزيادة نسبة الرطوبة عن الحد المحتمل (85 %) يتسبب فى الاحساس بالاختناق أما انخفاض الرطوبة عن الحد المناسب (20 %) ولمدة طويلة يسبب جفافا شديدا بالبشرة وقد يحدث بها تشققات .

1-1-5 المطر :

وجود السحب أساس لسقوط الأمطار ومن العوامل الأساسية التى يترتب عليها سقوط الأمطار حالة الثبات أو عدم الثبات فى الكتلة الهوائية .

الأقاليم المناخية :

الإقليم المناخى التصميمى هو منطقة من الأرض تتميز بنمط مناخى معين يفرض احتياجات بيئية خاصة .

وللمناخ من المنظور البيئى خمسة مستويات متدرجة كالآتى :

- المناخ العالمى

ويشمل الخصائص العامة للكرة الأرضية ويحوى عدة مناطق جغرافية ويمتد مجال تأثيره لحوالى 2000 كم ،ويوضحه الشكل (5).

- المناخ الإقليمى

ويشمل الخصائص المناخية لمنطقة أو لإقليم ذى طبيعة محددة متشابهة فى الملامح العامة وقد يصل تأثيره لحوالى 500 كم .

- المناخ المحلى

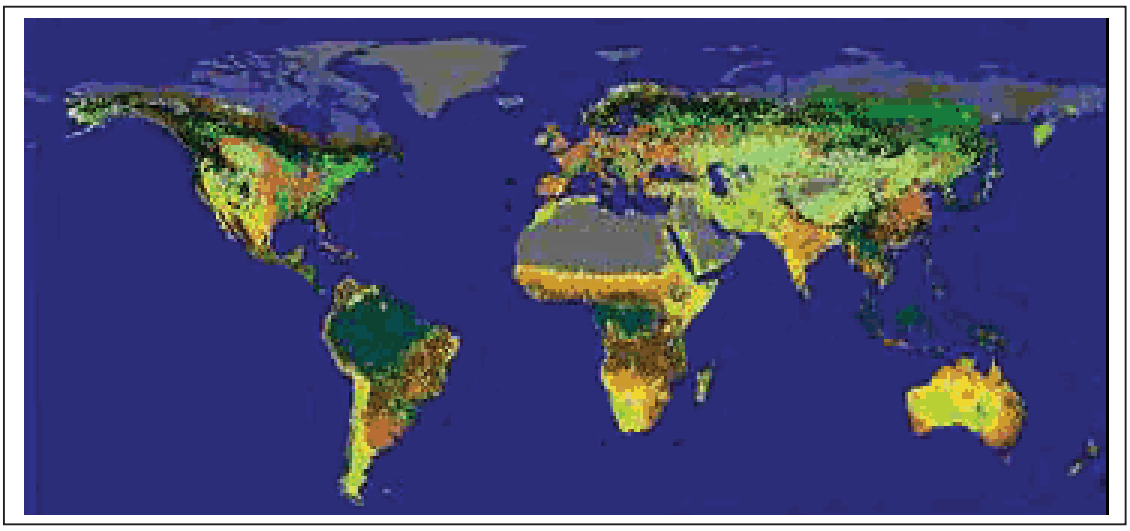
ويشمل التغيرات المحلية فى منطقة محددة من الأرض مثل موقع ما ويتراوح تأثيره بين 1 كم الى 10 كم ويتأثر بمحددات البيئة من خصائص طبوغرافية وطبيعية وغيرها من صنع الانسان .

- المناخ الجزئى

ويشمل الخصائص المناخية فى حدود 1م الى 1 كم ويتأثر بالبيئة المشيدة والتصميم العمرانى .

- المناخ الداخلى

ويشمل الخصائص المناخية داخل الفراغ الداخلى للمبانى ويتأثر بالبيئة الخارجية وكذلك بخصائص ومواصفات الفراغ المعمارى .



شكل (5) يوضح خريطة المناخ العالمى

ونتيجة للتفاعل بين الإشعاع الشمسى وطبقات الجو ومسطحات الماء واليابس ينتج عن ذلك عدد لا نهائى من المناطق المناخية فى العالم . واعتمادا على بعض المتغيرات المناخية يمكن استخلاص أن هناك مناطق ذات خصائص مناخية متشابهة فى خلال فترات زمنية محددة يمكن أن يطلق عليها منطقة مناخية أو إقليم مناخى Climatic zone .

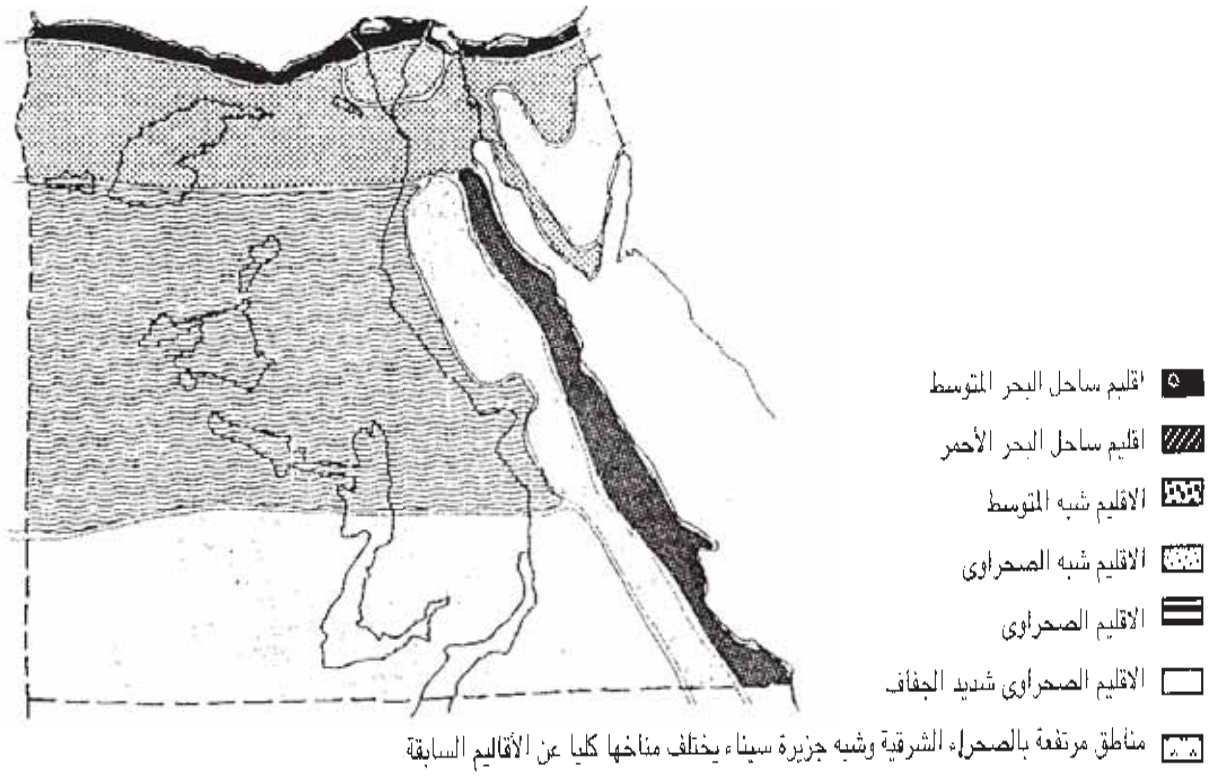
وقد أخذت فى الاعتبار كافة العوامل المؤثرة على المناخ وهى خط العرض – الاشعاع الشمسى – نظاما الحرارة والرطوبة – طبيعة سطح الأرض . يقسم كل نصف من الكرة الأرضية الى أربعة مناطق عرض رئيسية : المنطقة الاستوائية – المنطقة المدارية – المنطقة المعتدلة – المنطقة القطبية ، وبين تلك المناطق الرئيسية ثلاثة مناطق انتقالية هى :

المنطقة شبه الاستوائية – المنطقة شبه المدارية – المنطقة شبه القطبية .

وبالرجوع الى التقسيم المناخى العالمى يتضح أن مصر تقع فى الإقليم المناخى الحار الجاف Hot dry climate وبصورة عامة تنطبق على مصر السمات العامة المميزة للمناخ الحار الجاف كما يتميز الجزء الساحلى بالمناخ الحار الرطب وذلك نتيجة تلامس الصحراء الغربية مع المسطحات المائية فيطلق عليه الإقليم المناخى شبه المدارى الرطب .

1-1-6 الأقاليم المناخية المصرية :

يهدف تقسيم مصر الى أقاليم مناخية تصميمية الى التعرف على الاحتياجات البيئية لكل إقليم والتى يجب أن تنعكس على الحلول التخطيطية والمعمارية . ويتم تصنيف المعلومات المناخية والتى تشمل المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة والرطوبة والاشعاع الشمسى والرياح للتعرف على طبيعة مناخ منطقة معينة . وقد أمكن تقسيم مصر الى ستة أقاليم مناخية كما يوضحه الشكل (6) :



شكل (6) يوضح خريطة الاقاليم المناخية فى مصر

1-1-7 التصميم البيئي :

يقصد بالعمارة البيئية هى العمارة التى تراعى الظروف البيئية فى تصميم المبانى واختيار المواد وذلك لتحقيق الراحة الحرارية لمستخدميها .

لتوافق المبنى مع البيئة المحيطة والوصول بتصميم معمارى ليتناسب مع التشخيص المناخى والاحتياجات البيئية للإنسان ، يستلزم ذلك مراعاة شكل المبنى ونسبه وأبعاده الخارجية وإعادة استخدامها فى العمارة المعاصرة .كما أنه من الأهمية دراسة مواد البناء ومواد العزل والنهو وتأثيرها على السلوك الحرارى للمبنى .

تزداد كمية الظل كلما أصبح شكل المبنى أكثر تعقيدا وذلك مرغوب بالتأكيد فى حالة الحماية من الشمس ، إلا أن تلك الحماية يجب أن تتوافق مع التصميم الشمسى حيث يجب تلافى تظليل المجمعات الشمسية للمبانى المتلاصقة لبعضها البعض كذلك تلافى تظليل تلك المجمعات بعناصر ثابتة من عناصر المبنى مثل الدراوى والحوائط ،وهذا لا يمنع عملية التبريد حيث تصميم تلك النوعية من المبانى على أساس استغلال الطاقة الشمسية سلبيا بغرض التسخين والتبريد .

ترشيد الطاقة من خلال تحويل أشعة الشمس واعادة استخدامها فى الاضاءة واستخدامها بشكل علمى فى توفير بيئة مريحة داخل الفراغات المعمارية .

من الأهمية دراسة حركة الشمس والرياح والرطوبة النسبية ، وبعدها يمكن تحديد شكل التخطيط ، ودراسة عملية التوجيه يتوقف عليها شكل المبنى ، ارتفاعاته ، تشكيلاته ، قطاعاته ، سمك الحوائط ، شكل السقف ، كتلة المبنى ، ابعاده ومسطحاته ، والألوان ، مواد النهو ، الفتحات والتشكيلات المعمارية .

وتتحقق الاستفادة المثلى من الطاقة الشمسية بالوضع الصحيح للمبانى والعناصر الأخرى المكملة للتصميم بالموقع حيث لكل موقع ظروفه الخاصة .

الاحتياجات البيئية :

عند تحديد الوسط الحرارى المناسب لأى مبنى أو فراغ معمارى لابد من معرفة نوع الأنشطة التى ستجرى داخل المبنى وكذلك معرفة طبيعة الأشخاص المستخدمين له من حيث السن – النوع – الملابس وطبيعة العمل وينعكس تأثير الوسط الحرارى على النشاط البشرى فى :

1 – الراحة : وهى قدرة الجسم على أداء وظائفه بحيوية بدون إجهاد .

2 – مستوى الأداء : حيث يؤثر الوسط الحرارى على مستويات الأداء الذهنى والعضلى .

3 – الحالة الصحية : وهى قدرة الجسم على مقاومة الأمراض وأداء وظائفه بشكل حيوى طبيعى.

1-1-7-1 التهوية الطبيعية

لان الهدف الاساسى من تصميم مبنى متوافق بيئيا ، هو التقليل من الطاقة المستخدمة فى المبانى فى عمليات الاضاءة والتهوية ، وهذه الطاقة تمثل نسبة كبيرة من استهلاكات الطاقة فى كثير من بلدان العالم ولذلك اتخذت بعض الاحتياطات لتقليل الطاقة من بينها :

- التقليل من سريان الحرارة خلال الغلاف الخاص للمبنى وذلك بزيادة اضافة مواد العزل الحرارى .
- دراسة سريان الهواء خارج وداخل المبنى .

ومن الاثار السلبية عند تقليل تهوية المبانى ظهور مشاكل صحية ، وكان من المعروف ان الملوثات الداخلية سببها هم الافراد مستعملى المبنى ، الا ان الدراسات الحديثة اثبتت ان هناك اسباب اخرى لتلوث الهواء الداخلى منها مواد البناء والاثاث وطبيعة العمل داخل المبنى وحتى نظم التهوية نفسها،لذلك يوصى بتوفير تهوية طبيعية من الهواء الخارجى الى الهواء الداخلى لتخفيف حدة التلوث الناتج عن استعمال الافراد،

التحكم فى حركة الهواء والتهوية الطبيعية :

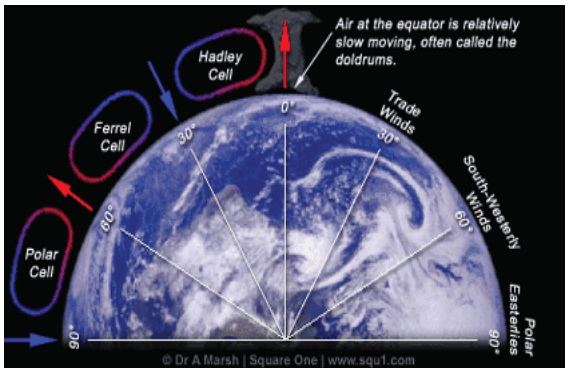
تعتبر تهوية الفراغ الداخلى أحد أهم العناصر المؤثرة على راحة الإنسان وصحته لما لها من تأثير مباشر على نقاء الهواء وتجديده وما يترتب عليه من آثار فسيولوجية بالإضافة لتأثيرها على درجة حرارة الهواء ونسبة الرطوبة الداخلية ودرجة حرارة الأسطح المختلفة .

الوسائل الطبيعية للتحكم فى حركة الهواء

تعتبر حركة الهواء واحدة من عناصر المناخ التى تؤثر على التصميم والتشكيل للمبانى والفراغات ، حيث ان دراسة مناخ الموقع يؤدى الى القدرة على اتخاذ القرار فى التصميم بعد دراسة تهوية الموقع حيث يتحرك الهواء حول المبنى مكونا مناطق ضغط مرتفع ومناطق ضغط منخفض تؤثر على تصميم الفتحات ومسطحها .

بروفيل سرعة الرياح

يتغير بروفيل سرعة الرياح بالنسبة للارتفاع عن سطح الأرض بتغير طبيعة الأرض . ففى المواقع المفتوحة أو فوق المسطحات المائية تصل سرعة الرياح الى أقصى مداها عند ارتفاع 274 م بينما تزيد هذه المسافة الى 366 م فوق سطح الأرض للمواقع ذات الأشجار الكثيفة والمبانى المنخفضة الارتفاع.



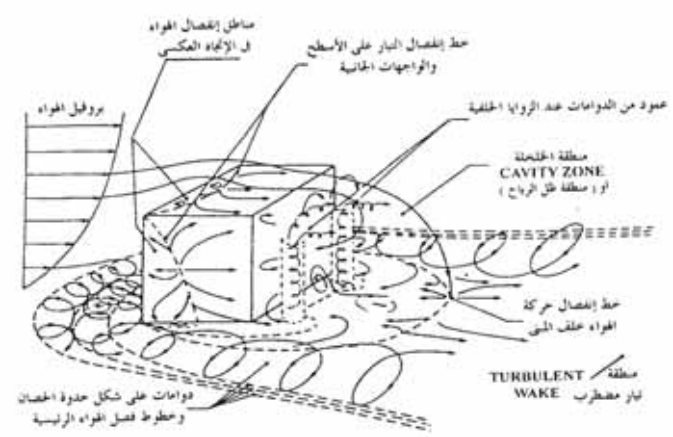
ويتغير شكل بروفيل سرعة الهواء ويمتد الى أعلى حيث تصل أقصى سرعة للرياح عند ارتفاع 518 م

فى مواقع المراكز الحضرية للمدن شكل(7) ،حيث المبانى المرتفعة والكثافة البنائية العالية التى تعوق حركة الرياح .

شكل (7) يوضح تغير سرعات الهواء حسب الارتفاعات المختلفة

حركة الهواء حول المبنى :

تؤثر حركة الهواء حول وداخل المجموعات السكنية فى السلوك الحرارى حول المبنى أو مجموعة المبانى ، حيث تنشأ جيوب من الهواء الساخن أو البارد تساعد أو تعوق عملية تكييف المبنى سلبيا كما نرى بشكل (8) .



شكل (8) يوضح تأثر سلوك مسارات حركة الرياح بكتلة المبنى

وتتأثر حركة الهواء بعدة عوامل أهمها وضع المبانى فى الموقع وعلاقة المبانى ببعضها البعض كذلك عناصر الموقع الأخرى .

يتحرك الهواء أما واجهة المبنى محدثا مناطق ضغط موجبة وسالبة حول المبنى كما فى الشكل الذى يوضح مسارات حركة الهواء حول المبنى .

ويهرب الهواء الى الجوانب حيث زوايا حرف المبنى فينفصل التيار المصطدم بالمبنى عند الأرض محدثا دوامات على شكل حدوة الحصان والتى تلتف حول قاعدة المبنى ،ويعاد انفصال خطوط تيار هواء مرة أخرى على واجهة المبنى ، جزء الى أعلى الواجهة والآخر الى أسفل الواجهة،وتيار الهواء الدائر حول المبنى وأعلاه يمتد خلف المبنى محدثا فجوة فى اتجاه هبوطه خلف المبنى.

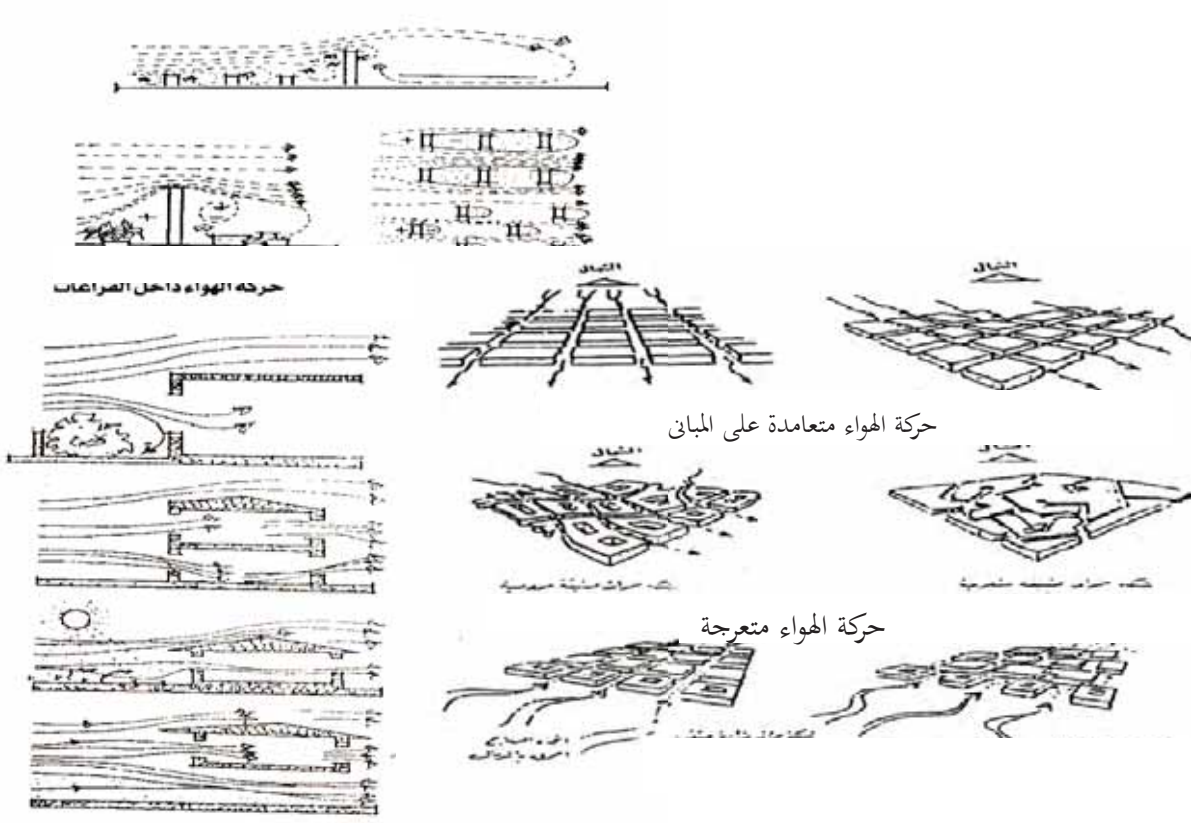
1-1-7-2 توجيه المبانى :

يشكل توجيه وموضع فتحة التهوية عنصرا هاما فى تحديد ادائها من حيث التهوية او الاضاءة بالنسبة للفراغات الداخلية وايضا كمية الحرارة التى يستقبلها المبنى ويقصد بالموضع :-

اولا : موضع التهوية بالنسبة للسطح الخارجى لواجهات المبنى المختلفة الارتفاع والتكرارية وعلاقته بالشروط البيئية السائدة من هذا الموضع شكل (9) .

ثانيا : موضع فتحة التهوية بالنسبة للفراغ الداخلى مع الاتجاهات المختلفة للرياح .

ثالثا : العلاقة المكانية بين الفتحات من الفراغ الواحد مع الاتجاهات المختلفة للرياح.



شكل (9) يوضح تأثير شبكة الممرات وشكل وارتفاع المبانى على حركة الهواء

تأثير توجيه المبنى على مناطق الضغط حوله :

تعامد واجهة الكتلة على حركة الرياح يزيد من مناطق الضغط الموجب والسالب حول المبنى فيزيد من حركة الهواء العابرة والداخلية للكتلة .

وكلما تغير توجيه الكتلة بزوايا مختلفة عن تعامدها مع الرياح قلت قيم الضغوط حول المبنى وبالتبعية تقل حركة الرياح .

وعموما تختلف الضغوط حول المبنى باختلاف شكل المبنى .

1-1-7-1 التهوية الطبيعية :

تعتمد أهمية التهوية الطبيعية على الاقليم المناخى والظروف المناخية المحيطة . وبصفة عامة يمكن إيجاز وظائف التهوية الطبيعية فى النقاط التالية :

جدول (1) : معدلات التهوية اللازمة للفراغات المختلفة :

نوع الفراغ الداخلى	معدلات التهوية المطلوبة	لكل متر مربع من مسطح الفراغ
المناطق الفتوحة-مصانع- **مكاتب**- **المبانى الادارية والتعليمية**	29:18 متر مكعب/ساعة/شخص(8:5لتر/ث) 29: 43متر مكعب/ساعة (8: 12 لتر/ساعه)	3متر مكعب/ساعة/مترمربع (0.8: 3لتر/ث) 4.6متر مكعب/ساعه (1.3: 1.7 لتر متر مربع)
المطاعم – **دورات المياه**	60: 90 متر مكعب/ساعه	36متر مكعب/ساعه (10لتر/متر مربع)(20لتر/ث)
اماكن عامه – **صالات اجتماعات**	57: 90متر مكعب/ساعه (18: 25لتر/ث)	21.6 مترمكعب/ساعة (6لتر/متر مربع)

جدول (1) يوضح معدلات التهوية اللازمة للفراغات المختلفة (20)

الحواجز :

حواجز الرياح أمام المبانى لها تأثير مباشر على سرعة الهواء حول المبنى ويختلف هذا التأثير باختلاف بعد الحاجز عن المبنى وأيضا ارتفاع واجهات المبنى ، مع العلم أن سرعة الهواء على واجهات المبنى تتغير بارتفاع الواجهات وبعدها عن حواجز الرياح .

للحصول على أقصى قدر من الطاقة ،وبالنسبة لمنطقتنا فإن أقصى إشعاع شمسى على مدار العام يقع على الواجهات الشرقية والغربية، وتستقبل الواجهات الجنوبية إشعاعا شمسيا محدودا صيفا إلا أن حصتها من الإشعاع الشمسى فى الشتاء تكون كبيرة . أما الواجهات الشمالية فتحظى بأقل نصيب من الإشعاع الشمسى على مدار العام وبصورة أكثر تفصيلا :

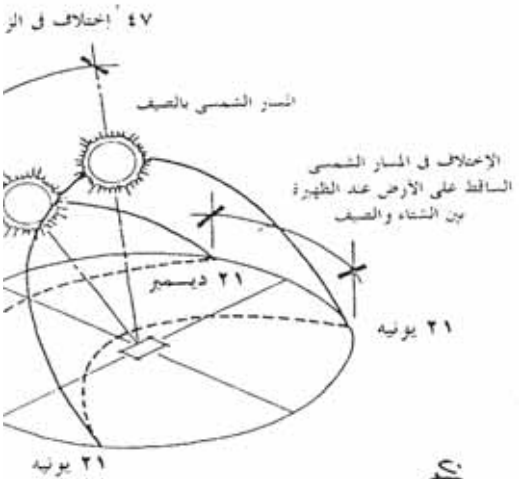
- اذا تلقت الواجهات الشمالية أو الشمالية الشرقية أو الغربية إشعاع مباشرا فلن يكون ذلك إلا فى أواخر فصل الربيع وبداية الصيف .
- تستقبل الواجهات الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية أقصى إشعاع شمسى مباشر فى أواخر الخريف وأوائل الشتاء .
- تستقبل الواجهات المواجهة للشمال الغربى والشمال الشرقى أقصى أشعة شمس مباشرة عند الغروب أو فى الصباح الباكر .

- تستقبل الواجهات الشمالية الغربية والجنوبية الغربية أقصى إشعاع شمسى مباشر أثناء فترة بعد الظهر أو عند الغروب .

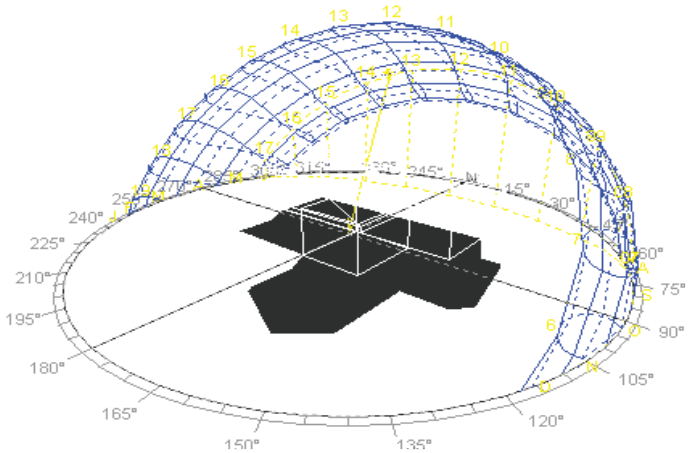
الإشعاع الشمسى الساقط على الواجهات المختلفة للمبنى :

توجيه المبنى يؤثر على كمية الإشعاع الشمسى الساقط وأيضا على مناطق الضغط حول المبنى وحركة الهواء .

ومن المعروف أن الواجهة الجنوبية تتعرض للإشعاع الشمسى بمقدار أعلى فى الشتاء بينما الواجهات الغربية تتعرض لكمية إشعاع شمسى كبيرة جدا فى أشهر الصيف حيث اختلاف المسار الشمسى بالصيف عنه فى الشتاء كما هو موضح بالشكل (10) (11) .



شكل رقم (10) : الاختلاف فى المسار الشمسى الساقط على الأرض بين الصيف والشتاء .



شكل (11) يوضح دراسة الظلال من خلال زوايا الاشعة الشمسية على خريطة المسار الشمسى

وأجريت تجارب عديدة للوصول الى أنسب شكل للمبنى بالنسبة للمناطق المناخية شديدة الحرارة والإشعاع الشمسى .

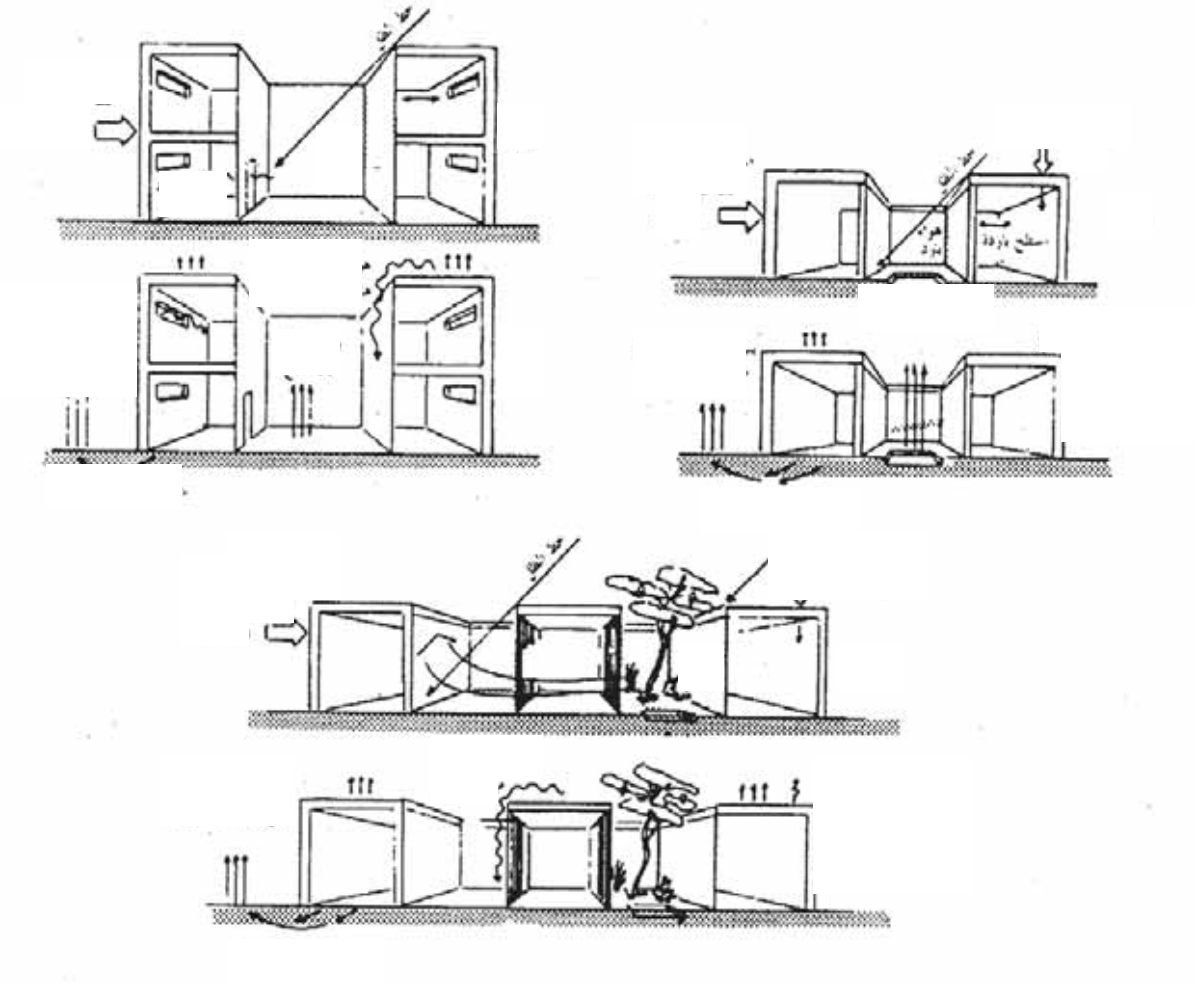
من الوسائل التقليدية لعمل توازن حرارى للمبنى الفناء السماوى أو الحوش وهو فراغ رئيسى فى المناطق الحارة يؤثر على الحالة الفسيولوجية،حيث الحماية من الضوضاء والتلوث الخارجى ويسمح بالاضاءة الطبيعية بالإضافة لكونه منظمة حراريا حيث يبرد الأسطح المطلة عليه ليلا بالاشعاع الليلى البارد المختزنة فيه طوال الليل فتقل درجة حرارة هوائه من 2 الى 5 درجات مئوية عن الهواء .

في محاولة الوصول للراحة الحرارية بالوسائل السلبية في المناخ البارد أو في شتاء المناخ المعتدل،يحتاج تدفئة شمسية سلبية وعزل جيّد وسيطرة حذرة من التسرّب الجوي اللذان يسببان انخفاض التدفئة،وفي المناخ الحار الجاف المبانى الكبيرة نجد ان التبريد التبخّري والتظليل الجيّد ينجحان في ضمان الراحة الحرارية .

إنّ الإستثناء الوحيد فى المناخ الدافئ الرطب هناك تصميم المبانى للتبريد السلبي سيكون مفتوحة بقدر الإمكان لضمان اقصى تهوية ممكنة وبالتّالي سيكون غير مناسب كليا للتكييف،لذلك نجد انها تحتاج طريقة تصميم مختلفة تماما .

النتيجة ان تلك المبانى ستكون مغلقة ومعزولة في مثل هذا المناخ،لذا يفضل ان يتخذ قرار التصميم فى مرحلة مبكرة بان يتّخذ استراتيجية سواء بالسيطرة السلبية أو النشيطة التى ستستعمل سواء بالتهوية أو بالتكييف .

البديلين: أمّا تكييف الذى سيتطلّب، مبنى مغلق،أو حدّ الراحة الأعلى الذى سيتم تجاوزه فى بعض الاحوال كما فى شكل (12) .



شكل رقم (12) : الأداء المتنوع للفناء السماوى لعمل التوازن الحرارى للمبنى .

اهداف التصميم السلبى فى المناخ الحار

ثلاثة أسباب رئيسية:

وفة شخرى – تقليل استخدام الأجهزة الميكانيكية للتبريد لتقليل استهلاك الطاقة والتكلفة.

طيئو – التصميم السلبى يفترض أقلّ حمل على النظام البيئي، ويستهلك طاقة أقل وينتج كمّية أقل من النفاية.

جالكى – التصميم السلبى تكون في حالة تناغم مع بيئتهم معبرة عن الطابع الحضارى للمنطقة ولزيادة التنويع واللمسة الجمالية .

- السيطرة السلبية لتدفق الحرارة شتاء : تقليل الفقد الحرارى وزيادة الاكتساب الحرارى من الشمس والمصادر الداخلية
- لفقد الحرارة الزائدة صيفا : تقليل الاكتساب الحرارى وزيادة التهوية والفقد الحرارى المكتسب

إستراتيجية التصميم في المناخ الدافئ الرطب

في المناخ الدافئ الرطب الليالي دافئة عادة وهناك إختلاف نهاري صغير جدا (في أغلب الأحيان أقل من خمس درجات مئوية) كالرطوبة عالية والتبريد التبخّري سيزيد،المصّمّم يجب أن يضمن بأنّ درجة الحرارة الداخلية لن تصبح أعلى من الهواء الطلق والتهوية الكافية قد تضمن هذا بإزالة اى حرارة زائدة، لكن هذه ليس كافيا فالزيادة فى درجة حرارة السقف يمكن السيطرة عليها :

- إستعمال سطح سقف عاكس
- تصميم سقف منفصل
- ضمان التهوية الكافية من فضاء الغرفة العلوية
- إستعمال السطوح العاكسة كلا للجانب السفلي من السقف ولقمّة السقف
- إستعمال بعض العزل المقاوم للحرارة على السقف

مع ملاحظة ان يكون المبنى يسمح بالتبريد السريع ليلا،اما الجوانب الشرقية والغربية يجب أن يكون عندها حدّ أدنى لمساحة النوافذ لكي تستثنى الزاوية المنخفضة للشمس شرقا وغربا. اما الحوائط ا الشمالية والجنوبية يجب أن تكون عاكسة او معزولة ومفتوحة بقدر الإمكان للسماح للتهوية المتقاطعة بالمرور. يتطلّب هذا مباعدة المبانى يجب أن تدرس بعناية لتجنّب إعاقة الريح . كما تتطلب الفتحات تظليل من الشمس والمطر التي تكثّر في هذه المناخ. كذلك هناك طرق توجيه للرياح المائلة على المبنى يخلق منطقة ضغط إيجابية على الجوانب بإتجاه الرياح يساعد لخلق منطقة ضغط سلبية .

الإستنتاج

قبل تصميم مبنى لابد من دراسة التغييرات المناخية ويجب أن يكون مفهوم بشكل جيد لتحقيق الحماية الوقاية اللازمة طوال العام .

فتقييم المناخ لحماية البيئة الداخلية من المناخ الخارجي يجب أن يدرس تقييم خيارات وإستراتيجيات التصميم وهندسة التصميم لإنجاز فهم أفضل للمعلومات والخصائص المناخية .

1-1-7-3 تصميم وسائل الإظلال :

بصفة عامة اتفق على أن المبدأ الأساسى للتحكم الحرارى فى الشمس هو السماح بدخول طاقة الشمس الى المبنى أثناء الشتاء ومنعها فى الصيف ،وأصبحت البروزات تستخدم طبقا للزوايا الشمسية فى الشتاء والصيف .

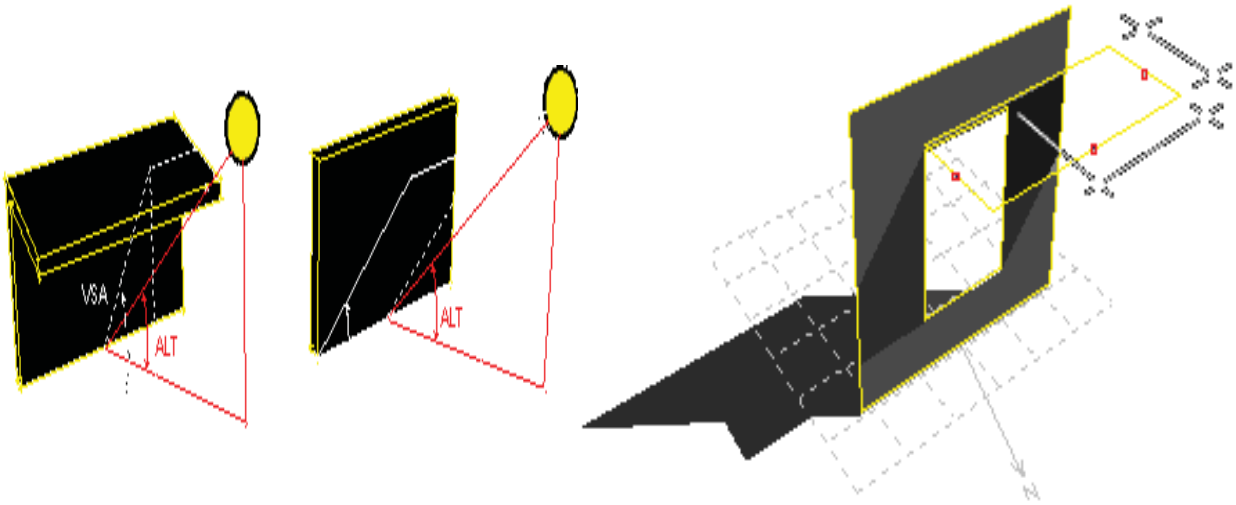
وبهذا نجد أن متطلبات التحكم الشمسى بان تترك الشمس تضرب الحوائط وتسمح للحرارة المرغوبة بالدخول الى المبنى فى كل الأوقات حينما يكون الجو بارد ،وبالعكس تماما فى الفترة الحارة حيث

يجب أن نضع المبنى كله فى الظل ،وطبقا لهذا المبدأ يمكن تحقيق تحكم متوازن فى الحرارة الشمسية .

أولا تحدد زوايا الظل الرأسية والأفقية لميل أشعة الشمس على أى واجهة طبقا لتوجهها وفى زمن معين وتعرف زوايا الظل الرأسية على سطح رأسى بأنها الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط على السطح والمستقيم العمودى على هذا السطح .

كما تحدد زاوية الظل الأفقية بأنها الزاوية المحصورة بين مسقط الشعاع الساقط والمستقيم العمودى على السطح الرأسى .

ويمكن قياس تلك الزوايا على خريطة المسار الشمسى بالاستعانة بمنقلة زوايا الظل والتى تمثل الخطوط المنحنية بها إسقاط لزوايا الظل الرأسية كما نرى بشكل(13)، وتمثل المستقيمات المركزية إسقاطا لزوايا الظل الأفقية على قبة السماء .



شكل رقم (13) يوضح اسلوب تصميم وسائل التظليل .

يوجد طرق كثيرة لحماية جسم المبنى (حوائط – فتحات – أسقف) من الإشعاع الشمسى الساقط وذلك بعمل بروز للأدوار كلما ارتفعنا لأعلى وتوفير كاسرات الشمس المناسبة أمام الفتحات استخدام البواكى بالدور الأرضى حماية للمشاة والفراغات الداخلية بالدور الأرضى من الإشعاع الشمسى الساقط ، أيضا تصميم الأسطح المزدوجة والمنحنية لتوفير حركة الهواء ناقلة للحرارة بعيدا عن الفراغ الداخلى .

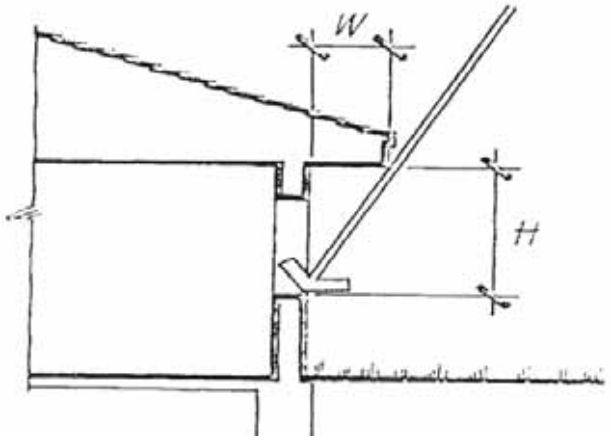
ويمكن حساب عرض الأسلحة الأفقية البارزة أعلى الفتحات بطريقة سهلة مع خطوط العرض والواجهات المختلفة لحماية الفتحات من الإشعاع الشمسى كما فى المعادلة التالية الموضحة بالشكل (14) .

$$W = \frac{H}{SLF}$$

حيث W عرض البروز الأفقي .

H المسافة بين البروز الأفقي وحلسة الشباك .

SLF معامل خط الظل .



شكل رقم (14) : حساب عرض البروز الأفقي أعلى الفتحات .

كما يمكن حساب معامل خط الظل SLF من خلال الجدول رقم (2) التالي :

جدول رقم (2) : معامل خط الظل (20) :

خط عرض	25	30	30	40	45	50	55
شرقية	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
جنوبية شرقية	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0	0.9
جنوبية	10.1	5.4	3.6	2.6	2.0	1.7	1.4
جنوبية غربية	1.10	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0	0.8
غربية	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

ويمكن تطوير البروز الأفقى لتظليل الفتحات باستخدام أسلحة متوازية من الخشب تمكن الهواء الساخن من الهروب . وأيضا امكانية إضافة ستائر مانعة للإشعاع الشمسى على اسطوانة التى يمكن سحبها فى أى وقت لمنع الإشعاع الشمسى الأفقى الغربى .

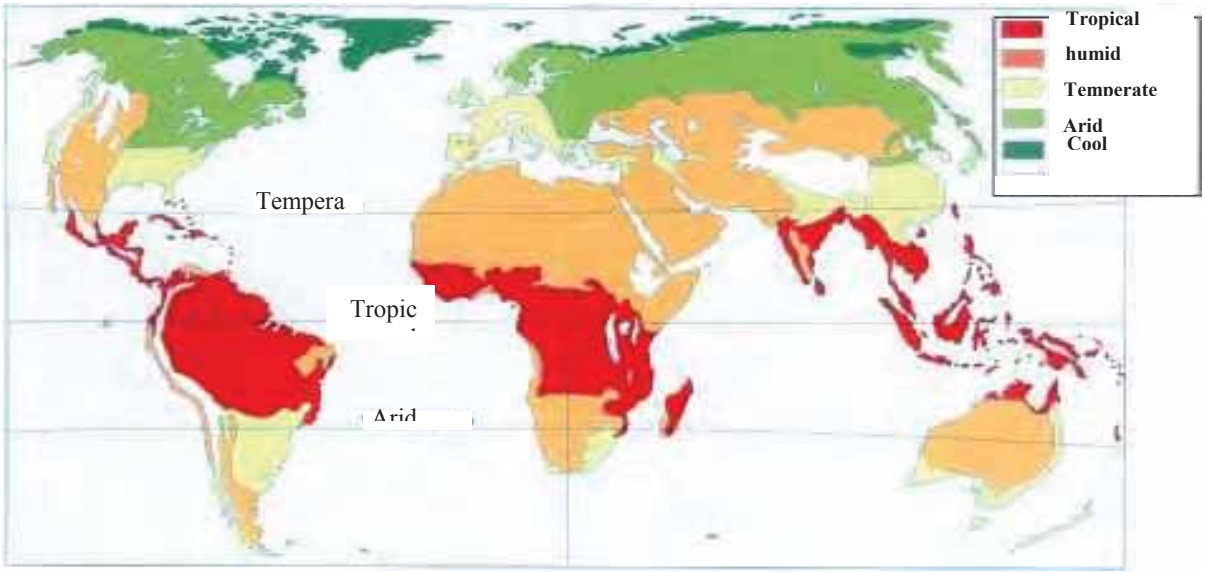
1-1-8 التصميم المناخى للمبانى (20)

1-1-8-1 المفاهيم الاساسية

- الطقس هو مجموعة الظروف الجوية السائدة مجتمعة فى مكان معين فى وقت محدد.
- المناخ يمكن ان يعرف كتكامل الاحوال الجوية بمرور الوقت حسب موقع جغرافى معين .

فمستوى المناخ العالمى قسم على اساس التباين فى درجات الحرارة الناتجة من الاشعاع الشمسى الموحد على سطح الارض،ان حركة الكتل الهوائية المحملة بالرطوبة هى التى تحدث تغيرات درجات الحراره .

1-1-8-2 تصنيف المناخ



شكل (15) يوضح خريطة مناخ العالم

هناك العديد من الانظمة المختلفة لتصنيف المناخ اعدت لاغراض مختلفة لتمثيل الشروط المناخية لاغراض تصميم المبانى باسلوب بسيط مستندا على طبيعة المشكلة الحرارية فى الموقع المعين .

- المناخ البارد حيث المشكلة الرئيسية انخفاض درجات الحرارة لمعظم اوقات العام .
- المناخ المعتدل حيث المشكلة التغير الموسمى الغير حاد بين الدرجات القصوى للحرارة .

- المناخ الحار الجاف حيث المشكلة الرئيسية زيادة ارتفاع درجات الحرارة مع جفاف الهواء،فنجد فيه عادة اختلاف كبير بين درجات الحرارة خلال ساعات النهار والليل .

- المناخ الدافىء الرطب المشكلة ارتفاع درجة الحرارة مع ارتفاع كبير بالرطوبة النسبية ولكن اختلاف درجات الحرارة اليومى ليس كبير .

فنجد ان المناخ العام يتأثر بشدة بالطبوغرافيا وعلى المقياس المحلى او الاقليمى يتأثر بالطبيعة النباتية وخصائص الموقع نفسه .

1-1-8-3 اهمية التصميم المناخى

المناخ له تأثير رئيسى على اداء المبانى واستهلاك الطاقة،ان عملية فهم وتطبيق التحكم المناخى حسب موقع المبنى ربما يكون جزء هام من تصميم المبنى والاهداف الرئيسية للتصميم المناخى تتضمن :-

- تخفيض تكلفة طاقة المبنى .
- استعمال الطاقات الطبيعية بدلا من الطاقة المستهلكة .
- توفير بيئة مناخية مريحة وصحية للشاغلين .

1-1-8-4 البيانات المناخية

- العناصر المناخية

درجة الحرارة – الرطوبة النسبية – الرياح – المطر – الغيوم – مدة سطوع الشمس – الاشعاع الشمسى .

جدول (3) يوضح البيانات المطلوب تجميعها للتصميم المناخى [20]

العنصر المناخى	البيانات
درجة الحرارة	متوسط اقصى درجة حرارة اليومية شهريا (درجة مئوية)
	متوسط ادنى درجة حرارة اليومية شهريا (درجة مئوية)
	التوزيع الامثل لدرجة الحرارة
الرطوبة	الرطوبة النسبية صباحا (%)
	الرطوبة النسبية مساءا (%)
الاشعاع الشمسى	متوسط الاشعاع الشمسى اليومى شهريا (وات/ساعه/متر مربع)
الرياح	سرعة (متر/ث)
	اتجاه
الامطار	اجمالى شهرى (مللمتر)

- مصادر البيانات المناخية

بيانات حالة الطقس العام يتم الحصول عليها من هيئة الارصاد الجوية،ويتم تحليلها على شكل جداول او رسم بيانى .

فى التصميم المعمارى الرسم البيانى والمخططات البيانية مهمة جدا لتحليل المناخ لامكانية عمل وتحليل ومقارنة سريعة من البيانات المفصلة التى تكون مطلوبة خاصة فى التصميم المقدم بمساعدة برامج محاكاة الطاقة مثل البيانات كل ساعة/سنه .

- العوامل المؤثرة على التصميم المناخى

الموقع والمناخ يؤثران على الشروط البيئية للمبنى،ومن العوامل الهامة :-

- علم الطبوغرافيا (ارتفاعات ومنحدرات وتلال ووديان)
- النباتات (كامتداد افقى ورأسى وظلال وانماط نمو)
- المبانى المجاورة

نجد ان عوامل التصميم الحرارية التى تدرس تتضمن :- الاكتساب الحرارى الشمسى- السعة الحرارية – التدفق الحرارى .

متغيرات التصميم فى المتغيرات المعمارية المهمة تتضمن :-

- الشكل من حيث السطح – الحجم – التوجيه – ارتفاع المبنى .
- خواص المبنى من حيث مواد البناء – العزل الحرارى – التشطيبات – التظليل .
- تنسيق الفتحات من حيث الحجم والموقع وتوجيه النوافذ وانواع الزجاج والاطر وادوات التظليل داخلية وخارجية وشدة واتجاه وسرعة الرياح السائدة .

1-1-9 تحليل المناخ

1-1-9-1 تحليل البيانات المناخية

حالات التصميم المختلفة تتطلب تحليل لبيانات حالات الطقس فى مرحلة التصميم الاولى وتستخدم

- تطوير استراتيجيات التصميم .
- دراسة وتبسيط المشاكل المعقدة فى بعض الحالات .
- تحقيق افضل وسائل العزل .

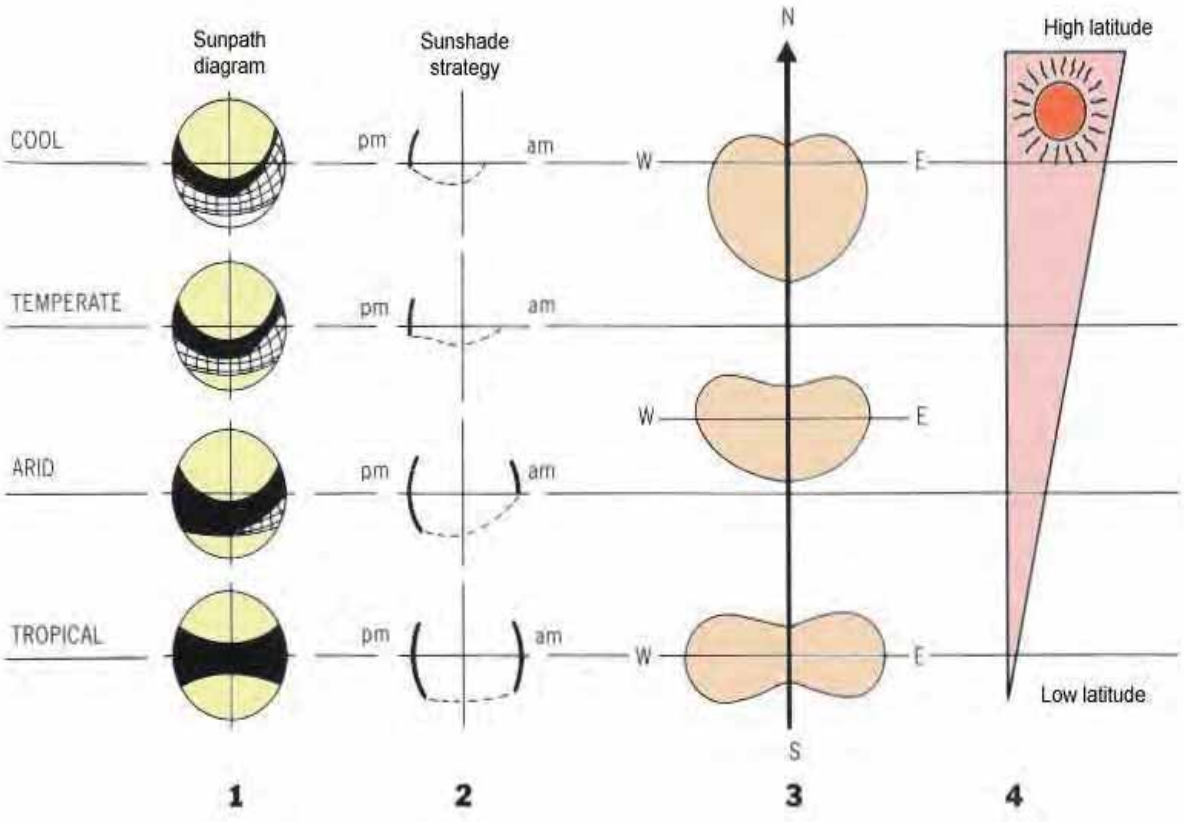
حساب الطاقة والحمل الحرارى خارج خطوات التصميم سوف يتطلب البيانات المناخية

- حساب متطلبات التبريد والتسخين .
- تصميم نظام التبريد والتسخين للهواء .

- تقدير طاقة المبنى .

1-1-9-2 تحليل الشعاع الشمسى

شكل (16) يوضح تحليل لمسار الشعاع الشمسى ودراسة استراتيجية تصميم طرق التظليل حسب الاقليم المناخى .



1- متطلبات تظليل المسار الشمسى

دراسة تخطيط المسار الشمسى لكل منطقة مناخية،تمثل المناطق المظللة للمناطق ذات الاكتساب الحرارى الشمسى العالى الغير مرغوب فيه،ويلاحظ ان فى خطوط العرض القريبة من خط الاستواء هناك زيادة بالاكتساب الحرارى بينما فى خطوط العرض الاعلى يحدث الاكتساب الحرارى الشمسى العالى فى خلال اشهر الصيف .

2- تحليل الاشعاع الشمسى (عمودى وافقى)

الرسم التخطيطى يوضح الموقع الامثل للتظليل الشمسى العمودى يحمى المبنى من زوايا الشمس المنخفضة صباحا وظهرا،والتظليل الافقى يمنع شمس الظهيرة المرتفعة .

فالمناطق الاستوائية تحتاج كلا من التظليل العمودى والافقى طوال العام،اما فى خطوط العرض الاعلى من خط الاستواء فتحتاج التظليل العمودى والافقى صيفا على الواجهات الجنوبية فقط .

3- التعرض الشمسى

نلاحظ تغير شكل المسار الشمسى باتجاه الجنوب اكثر من الشمال بشكل يشبه رابطة العنق،قرب خط الاستواء و يكون اقرب الى شكل قلب فى المناطق المعتدلة .

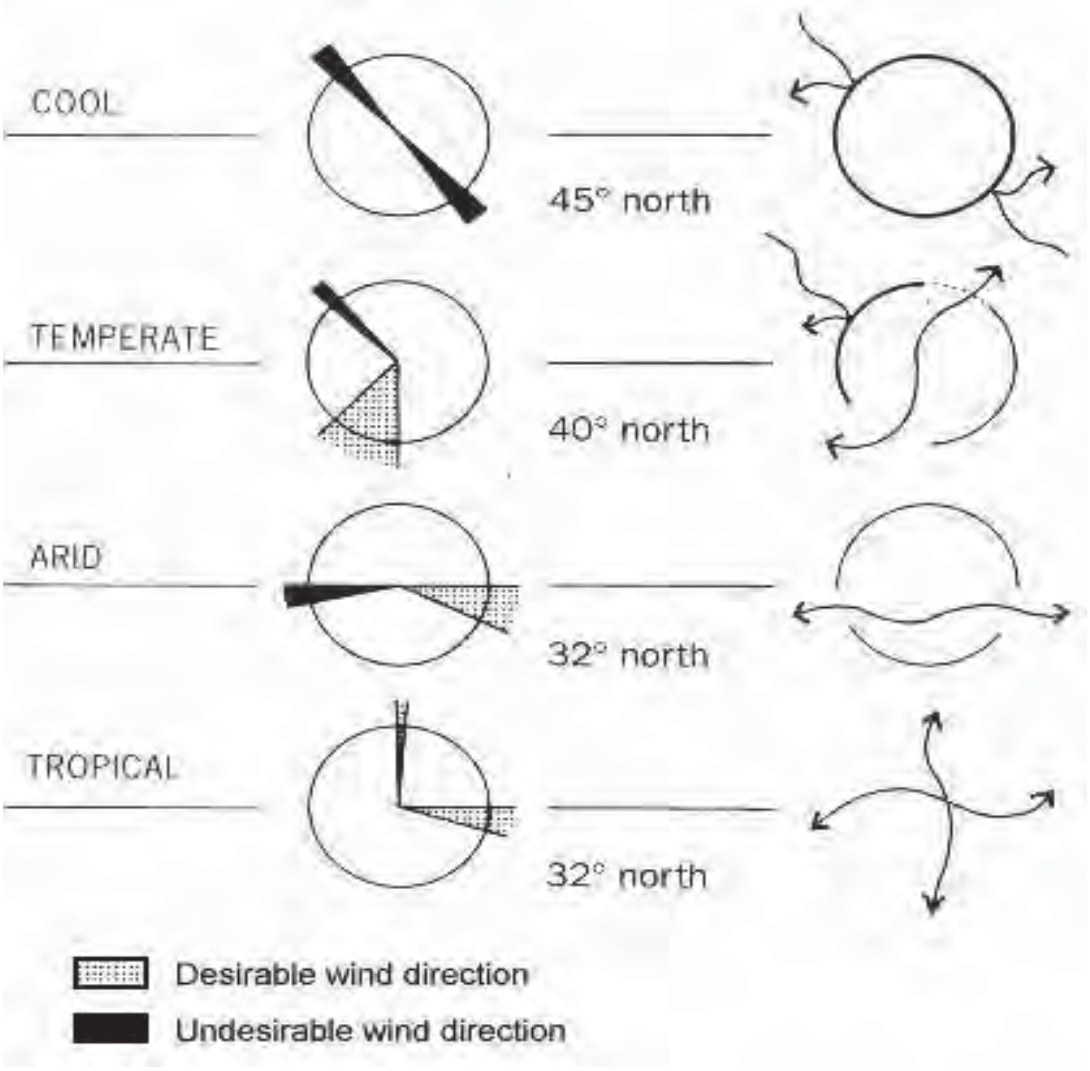
4- متطلبات الاكتساب الشمسى اثناء الشتاء

تتضح التغيرات الموسمية عند خط الاستواء،وفى خطوط العرض الاعلى تظهر اهمية التدفئة الشمسية،بينما الحاجة الى التظليل تقل بالارتفاع شمال خط الاستواء .

3-9-1-1 تحليل الرياح

شكل (17) يوضح اتجاه الرياح المرغوبة والغير مرغوبة فى جميع المناطق المناخية التى تعتمد بشكل كبير على الشروط المحلية،فاقل سرعة رياح فى منطقة خط العرض الاستوائى يكون مرغوب فى اغلب العام،بينما فى خطوط العرض الاعلى معظم الرياح تكون محددة ويجب ان تحجز.

هناك ايضا نسبة مئوية صغيرة من الوقت فى السنة (ربيع او خريف) تكون شروط الراحة الحرارية



يمكن ان تكتسب طبيعيا بدون اى حاجة لحجز الرياح او النسمات الاضافية .

- التهوية المتعارضة

لها اهمية كبيرة جدا فى المناطق المعتدلة،ان الاستراتيجيات النظرية لحجز او توجيه الرياح لتهوية مبنى يعتمد على الشروط المحلية للرياح السائدة.

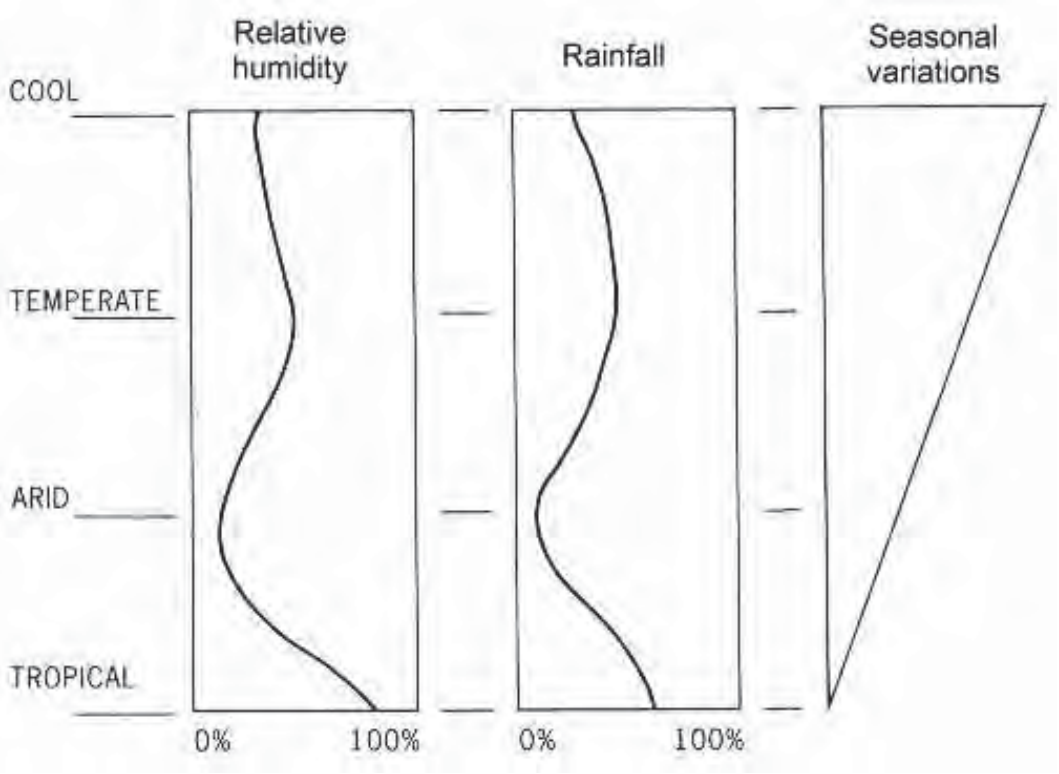
بشكل عام التهوية الممكنة مطلوبة للمناطق الاستوائية فالتهوية المتعارضة مطلوبة لتهوية المناطق الجافة،لكن مع الاخذ فى الاعتبار الاهتمام بترشيح الرياح السريعة جدا.

فى المناطق المعتدلة التهوية المتعارضة والحواجز الوقائية كلاهما ضرورى صيفا وشتاء على التوالى .

فى المناطق الباردة يفضل حماية المبنى من الرياح الباردة بالرغم من ان التهوية المتعارضة مطلوبة فى بعض الاحيان .

4-9-1-1 التغيرات الموسمية للرطوبة النسبية والمطر

كما يوضح شكل (18) منحنى يوضح التغيرات الموسمية للرطوبة النسبية والامطار ويمكن تحليلها كما يلى :



- المتوسط السنوى للرطوبة النسبية

يوضحه المنحنى على اليسار فى المناطق المناخية الاربعة،ونلاحظ فى المناطق الجافة المستوى المنخفض للرطوبة النسبية يكون مستحب (التبريد التبخيرى) اما فى المنطقة الاستوائية المستوى العالى للرطوبة النسبية يكون غير مستحب .

- المتوسط السنوى للامطار

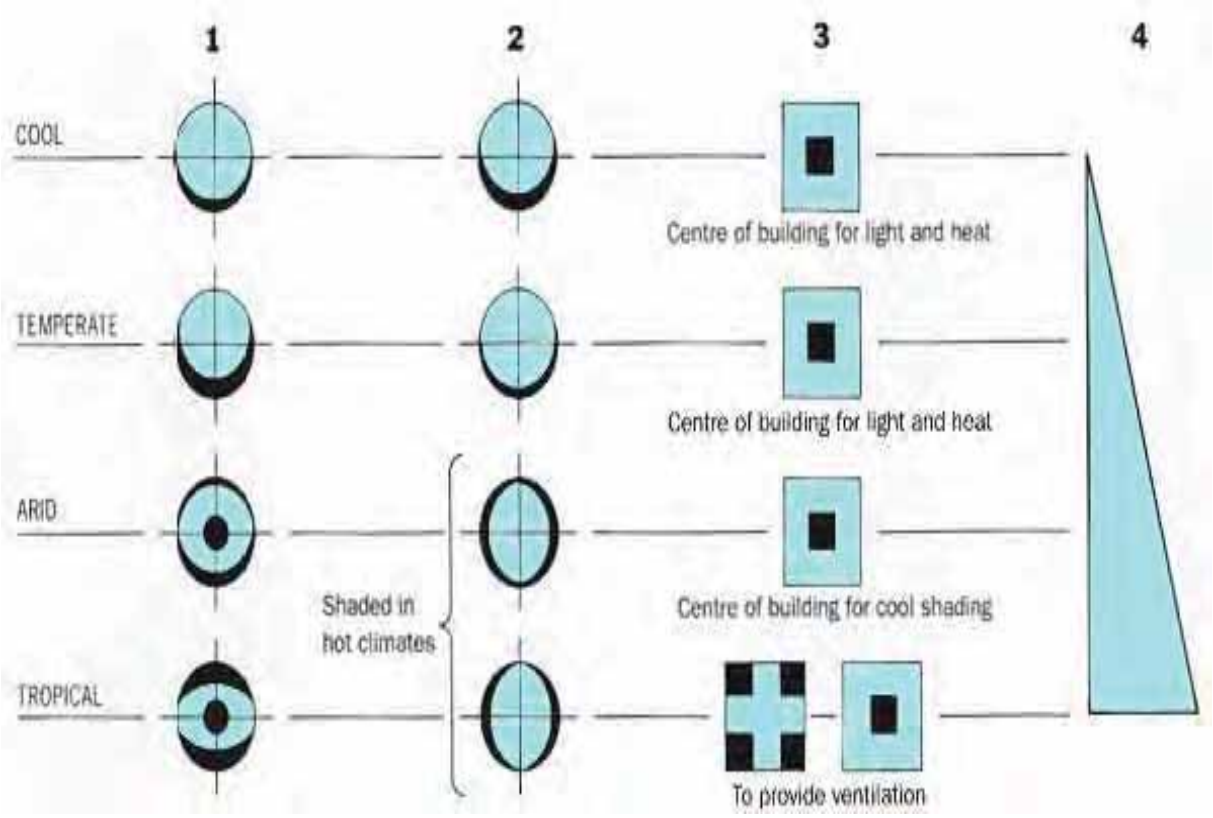
يمثله المنحنى الاوسط فى المناطق المناخية الاربعة،والمتوسط السنوى للمطر له علاقة مباشرة بمستويات الرطوبة .

- التغيرات الموسمية السنوية

يوضحه المسافة لميل الخط (زاوية الميل) من العمودى تمثل التغيرات الموسمية السنوية فى المناطق المناخية الاربعة،ونلاحظ تمتع خطوط العرض القريبة من خط الاستواء بالمناخ الثابت تقريبا طوال العام .

1-1-10 و**بتطبيق التحليلات المناخية** السابقة على الحالة الدراسية للوصول لوضع تصميم معمارى بيئى لمركز بحثى امكن الوصول لوضع المبادىء الآتية الموضحه بشكل (19) :

اولا : تأثير التحليلات المناخية على الشكل العام للمبنى البحثى



1- تقسيم الفراغات

تمثل المناطق السوداء الفراغات التقليدية وهى تستعمل للردهات والسلالم والفراغات العامة ومسارات الحركة والشرفات واى مناطق اخرى حيث تتطلب حركه .

هذه المناطق لاتتطلب سيطرة مناخية كلية وتهوية طبيعية كافية .

فى المناطق الجافة والاستوائية الفراغات الانتقالية يفضل ان تقع على الجوانب الشمالية والجنوبية للمبنى حيث يقل بها التعرض الشمسى،الردهة يمكن ان تستخدم ايضا فى الفضاء الانتقالى فى المناطق المعتدلة والباردة،وعلى ذلك فالفضاء الانتقالى لابد ان يقع فى الجهة الجنوبية للمبنى لتحقيق اكبر اكتساب شمسى .

2- تحديد مناطق الاكتساب الشمسى

المناطق السوداء تمثل الفراغات التى يمكن ان تستعمل لمكسب الحرارى الشمسى،باتباع المسارات المختلفة للشمس فى جميع المناطق المناخية نجد ان فى المناطق الاستوائية والجافة يفضل ان تجون فى الجهتين الشرقية والغربية،اما فى المناطق المعتدلة والباردة تكون فى الاتجاه الجنوبى .

3- استخدام الردهات

الرسم التخطيطى يوضح الوضع الامثل المقترح لفراغات الردهات الرئيسية فى المبنى فى كل من المناطق المناخية.

المنطقة الاستوائية يفضل فراغ الردهات بحيث موقعها يزيد التهوية داخل المبنى،فى المنطقة الجافة الردهة الرئيسية لابد ان تقع فى مركز المبنى لتوفير متطلبات التبريد والتظليل،اما فى المناطق المعتدلة والباردة الردهة الرئيسية لابد ان توضع فى مركز تصميم المبنى لاكتساب الحرارة والضوء .

4- يوضح تحليل خطى لمدى امكانية استخدام المسطحات الخارجية،فمسافة ميل الخط من العمودى يصور امكانية المساحات سواء السقف او المسقط الافقى لاستخدامه كفراغات خارجية .

فنجد ان فى المناخ الاستوائى والجاف هناك امكانية علية لاستعمال جميع الفراغات الخارجية،بينما يتحرك نحو خطوط العرض شمال خط الاستواء،فيجب تغطية الفراغات الخارجية للاستعمال.

تصور للوصول للحجم الامثل للمبنى طبقا للتحليل المناخى البيئى

تم وضع رسم تخطيطى يوضح الشكل والحجم الامثل للمبنى لكل منطقة مناخية،بالتحليل امكن التوصل الى ان الطول المفضل لجوانب المبنى X : Y

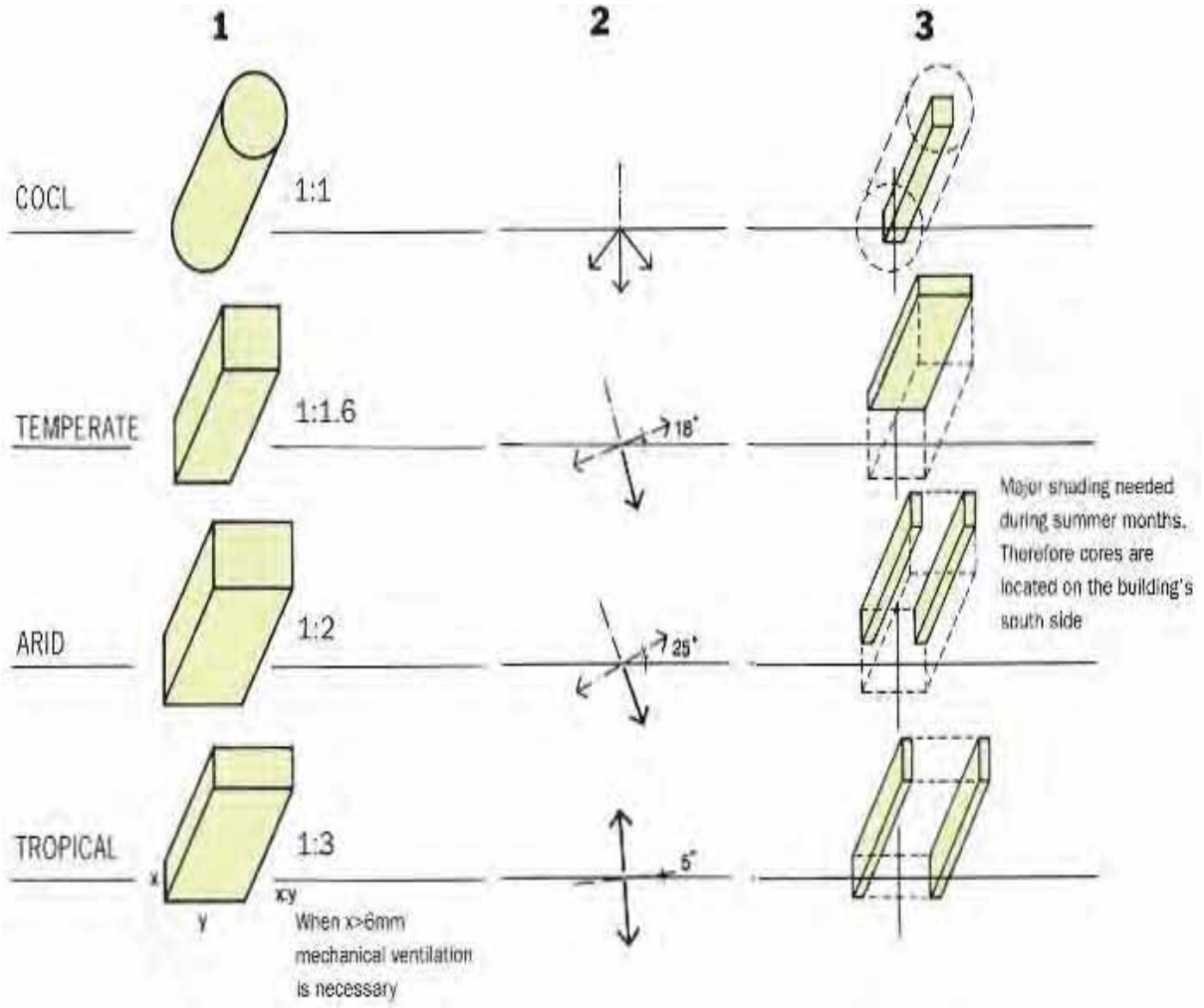
المنطقة الاستوائية 1 : 3

المنطقة الجافة 1 : 2

المنطقة المعتدلة 1 : 1.6

المنطقة الباردة 1 : 1

1- وبتحليل هذه النسبة كما موضح بشكل (20) نجد انه يمكن ان يمتد طولا لتقليل التعرض شرقا وغربا وهو المطلوب فى خطوط العرض القريبة من خط الاستواء،بينما يتحول الشكل ببطء الى نسبة 1 : 1 (وصولا للشكل الاسطوانى) فى خطوط العرض الاعلى،هذا يعتبر استجابة مباشرة لتغير زوايا الشمس المتنوعة فى خطوط العرض المختلفة .



2- التوجيه يتحدد طبقا لتأكيدات الاتجاهية بخط العرض ردا على الزوايا الشمسية كما تم وضعها بالجدول التالى (4)

المنطقة	اتجاهات المبنى الرئيسية	التأكيد الاتجاهى

استوائى	على محور 5 درجات شمال شرقى	شمال جنوب
جاف	على محور 25 درجة شمال شرقى	جنوب شرق
معتدل	على محور 18 درجه شمال شرقى	جنوب – جنوب شرق
بارد	على محور يتجه جنوبا	حنوب

جدول (4) يوضح تحليل للتوجيه الامثل لمبنى بحثى طبقا لتأكيدات الاتجاهية بخط العرض ردا على الزوايا الشمسية (20)

3- تحديد الوضع الامثل للمركز العمودى

وجدنا ان ترتيب الكتلة الاساسية يمكن ان يكون مستعمل كجزء حتمى فى التصميم المناخى بينما موقعه يمكن ان يساعد فى التظليل او الاحتفاظ بالحرارة داخل المبنى .

للمنطقة الاستوائية نجد ان المركز يقع على الجانب الشرقى والغربى للمبنى لكى يساعد على تظليل المبنى من الزوايا المنخفضة للشمس اثناء فترة التعرض الرئيسية للشمس خلال اليوم،فى المنطقة الجافة المركز يجب ان يكون ايضا واقع فى الجوانب الشرقية والغربية،لكن التظليل الرئيسى فقط تحتاجه خلال اشهر الصيف،لذا المركز يقع على الجانب الشرقى والغربى لكن الافضلية فى الجهة الجنوبية .

ان ترتيب الكتلة الاساسية فى المنطقة المعتدلة فى الجهة الشمالية لكى يترك الوجهة الجنوبية متاحة للاكتساب الحرارى الشمسى شتاء،بينما تتطلب المنطقة الباردة اقصى محيط للمبنى ليكون متعرض للاكتساب الحرارى الشمسى،لذا الكتلة الاساسية موضوعة فى مركز المبنى لكى لاتحجب الاشعة الشمسية وللاحتفاظ بالحرارة داخل المبنى .

نسب أبعاد المبنى وتوجيهه :

أبعاد المبنى المختلفة من ارتفاع وعمق وعرض للواجهات تؤثر على مناطق الضغط المحيط بالمبنى وبالتالى على حركة الهواء حول المبنى .

كما أن لنسب شكل المبنى تأثيرا مباشرا فى كمية الإشعاع الشمسى التى يستقبلها المبنى .

1 — تفضل المبانى المستطيلة على محور شرقى غربى .

2 — يعتبر ارتفاع 4 طوابق الحد الأدنى لارتفاعات المبانى بالأقاليم الحارة .

3 — تتناسب المبانى التى تحتوى على فناء داخلى مع متطلبات المناخ الحار .

4 — تفضيل نمط المبانى المتصلة من الجانبين لتقليل مسطح الغلاف الخارجى .

5 — خفض نسبة مسطح الغلاف الخارجى الى حجم المبنى .

6 — تظليل الواجهات الجنوبية باستخدام الشرفات والبروز والأبراج .

8 — فى حالة الحوائط السميكة ترتد الفتحات الى مستوى السطح الداخلى .

التحكم فى حركة الهواء والتهوية الطبيعية :

11 — توزيع الفتحات على حائطين متعامدين فى حالة الرياح العمودية على المدخل .

12 — عمل ارتفاع جلسة فتحات مداخل الهواء على مستوى أداء الأنشطة .

13 — زيادة عروض الفتحات قدر الامكان .

14- ألا يقل مسطح مدخل الهواء عن 25 % من مسطح أرض الحجرة .

15 — نسبة مساحة مدخل الى مخرج الهواء 1 : 3 فى حالة الرياح العمودية .

16 — تنظيم توقيت فتح وغلق النوافذ .

التحكم فى الإنتقال الحرارى بين الوسط الخارجى والداخلى عن طريق غلاف المبنى :

17 — مراعات الأهمية النسبية للتأخر الزمنى والعزل الحرارى .

18 — استخدام مواد بناء ذات معامل توصيل حرارى منخفض .

19 — عمل قطاع من حائط مزدوج للواجهات الشرقية والغربية مع تهوية الفراغ الداخلى.

20 — التوصية بخفض معامل الانتقال الحرارى الى 0.6 وات/م2 للأسقف الخرسانية .

21 — استخدام الألوان الفاتحة فى تشطيب الواجهات الخارجية .

22 — احكام عدم تسرب الحرارة فى حالة استخدام العوازل الحرارية .

2-1 العزل الحراري للمباني

طور الإنسان معالجاته للظروف البيئية المحيطة به من خلال التجارب الطويلة والمستمرة في ممارسة البناء فاستطاع أن يتعرف على خصائص مواد البناء فصار يستخدمها بأقصى فعالية لتلبية احتياجاته ومتطلباته .. فمن بين العيوب الرئيسية في المباني الخرسانية رداءة سلوكها الحراري بالنظر الى طبيعة المناخ وشدة حرارته ، مما ادى الى زيادة الاستهلاك فى الطاقة والسبب في هذا التزايد

الكبير يرجع بصورة أساسية إلى الطاقة الكهربائية المستعملة لتشغيل وسائل التكييف المتنوعة والتي يضطر إليها الناس لطرد الحرارة الشديدة والنافذة الى مساكنهم نتيجة رداءة ومقاومة الحوائط والأسقف لاختراق الحرارة من الخارج.

كما أن النسبة الاكبر من محطات الكهرباء تعمل بصورة أساسية لتشغيل أجهزة وسائل التكييف في فصل الصيف فقط مما يجعل معامل الانتفاع من هذه المرافق والمحطات منخفض جدا ويؤدي بالتالي الى ارتفاع تكلفة توليد وتشغيل وصيانة محطات وشبكات الكهرباء .

واما ما يمكن التحكم به على المستوى الفردي فاختيار الألوان الخارجية وتوجيه المبنى وتوزيع الفتحات ومساحاتها ومعالجتها وعزل الحوائط والأسقف المعرضة للأجواء والظروف المناخية الخارجية .

من المعلوم أن العزل الحراري هو عملية منع انتقال الحرارة من مكان الى آخر كليا أو جزئيا وذلك بالاستفادة من خصائص بعض المواد كرداءة التوصيل الحراري وزيادة السعة الحرارية وخاصية الانعكاس،ولتقليل الفقد الحرارى للعناصر (الحوائط والاسقف وغيرها) فى المبنى لابد ان يزود بعزل حرارى دائم لتحسين الخواص الحرارية لهذه العناصر ومستوى الراحة الحرارية،لاعتبار العزل الحرارى عائق للتدفق الحرارى ويمكن ان يكون العزل على السطح الخارجى او داخل المواد ومسامتها المملؤة بالهواء فتكون لها قدرة عزل جيدة .

1-2-1 حساب العزل الحرارى للمبانى ضد برودة الشتاء وحرارة الصيف بأسلوب علمى اقتصادى

نستعرض التعريفات الفيزيائية وبعض خواص البناء وأهم المواد العازلة التى تساعد المهندس المعمارى على مراعاة ظروف الفراغات الداخلية عند التصميم ، اعداد الرسومات التنفيذية ، لتحديد توجيه المبنى ، ووضع الكتل الفراغية بالنسبة لبعضها ، وكذلك تنفيذ مواد البناء ، وطرق تشطيبها ، وترتيبها فى تكوين الحوائط ، وحساب أسماكها ، ذلك لخدمة توفير درجات حرارة مناسبه وبطريقة موفرة للطاقات فى نفس الوقت .

اماالمنشآت المتخصصة الابحاث العلمية أو للاستخدام لساعات طويلة ، يجب عزلها حراريا نظرا للتغيرات الجوية طوال العام ، والتى قد تصل الى معدلات غير مرغوب فيها.

ومن مهام العزل الحرارى :

- حماية المستخدمين من درجات الحرارة الغير ملائمة للعمل أو للإنتاجية أو لتوفير جو صحى .
- منع إهدار الطاقات المستخدمة نتيجة تسرب درجات الحرارة الناتجة من التدفئة شتاء الى خارج المبنى أو دخول الحرارة الى الفراغات المكيفة صيفا .

حيث أن استهلاك الطاقة للتدفئة أو للتكييف لمبنى معين يمكن خفضه عن طريق :

- اجراءات الحماية والعزل تخص الحوائط والأسقف المتكررة والأخيرة والأرضيات والشبابيك والأبواب .
- اختيار الموقع المناسب .
- الحماية من تيارات الهواء أو سقوط أشعة الشمس المباشرة باستخدام تشجير الموقع بطرق معينة وأنواع شجر خاص .
- شكل المبنى .
- أبعاد الفراغات المراد تكييفها أو تدفئتها .
- أبعاد الفتحات .
- توجيه الفتحات وعددها فى الفراغ الواحد .
- جودة المواد المستخدمة فى صناعة الفتحات وقدرتها فى منع تبادل الهواء بين الخارج والداخل .
- قدرة مواد التشطيب الداخلى على تخزين وامتصاص الحرارة .
- استخدام كاسرات الشمس فى الواجهات.
- استخدام انواع خاصه من الزجاج والزجاج المزدوج .

وتسرب الحرارة من والى المبنى يتعلق بـ :

- قدرة مواد البناء لتوصيل الحرارة أو مقاومتها لها .
- أحجام وتوزيع المسام الهوائية داخل المواد المستخدمة فى البناء .
- سمك المواد الخام فى المبنى .
- نسبة رطوبة مواد البناء وقدرتها على اختزال المياه .
- تبادل الهواء من والى المبنى .

ومنع تبادل الهواء وتجدده منعا باتا يعتبر من جهة غير صحى ، حيث أننا لابد من أن نتخلص من الهواء الفاسد الناتج عن عملية التنفس ، أو الناتج عن بعض انواع الاجهزة العلمية وكذلك المستخدمين،وخاصة فى الأماكن التى بها تجمعات كبيرة من المستخدمين ، و يعتبر فقدان الهواء الساخن شتاء أو البارد صيفا نتيجة إحلاله ، فقدان للطاقة التى تم استخدامها فى تهيئة درجة حرارة هذا الهواء المراد تغييره .

من الحقائق الفيزيائية :

كل جسم يشع طاقة فى صورة موجات كهرومغناطيسية فى الهواء المحيط به مباشرة . هذا الاشعاع ذو طول موجه محدد ، وكمية الموجات المرسلة من جسم معين تقع فى علاقة طردية مع درجة حرارة

الجسم المشع . فيبدأ الجسم فى الاشعاع عندما يكتسب حرارة . وعليه تتحرك جزيئاته ، وتتحول الطاقة الحرارية الى اشعاع كهرومغناطيسى . جزيئات جميع المواد تكون فى حالة سكون تام عند درجة حرارة الصفر المطلق.

وكلما كانت درجة حرارة الجسم أعلى كلما كان طول موجة الاشعاع أقصر . وأن جميع الموجات المشعة من الأجسام ذوات درجة حرارة فوق الصفر المطلق تقع فى نطاق الأشعة تحت الحمراء وادراك الجسم البشرى لتلك الأشعة هو ادراك الحرارة .

1-2-1-1 الاشعاع الحرارى (28)

وهو انتقال الحرارة بتحولها الى أشعة تخرج من الجسم الساخن الى جسم أبرد من خلال الفراغ أو من خلال الغاز المحيط بكليهما . والجسم المنقول اليه الحرارة اما أن يمتصها أو يعيد انعكاسها ، وبهذا يبرد الجسم الساخن لأن جزء من الطاقة الموجودة فى جزيئاته تحول الى أشعة حرارية (كهرومغناطيسية) . أما الجسم المستقبل للأشعة اذا امتصها يحولها الى طاقة حرارية وتتحرك جزيئاته بصورة أسرع وترتفع حرارته .

أما الأسطح المعدنية الملساء لا تشع أى حرارة ولكنها تعكس الأشعة الحرارية المرسلة اليها،ولكن الأشعة الحرارية المرسلة من الشمس تتميز بموجات قصيرة ، فعند سقوطها على أسطح فاتحة اللون ينعكس جزء منها أكبر من الجزء المنعكس من الأسطح القاتمة (هذه حقيقة مشهورة أيضا عند العامة تفيد عند انتقاء ألوان الواجهات)،أما الأشعة ذات طول الموجة الطويلة المرسلة من الأجسام الساخنة فلا تتأثر بدرجة الأوان القاتمة أو الفاتحة (ألوان الحوائط الداخلية غير مؤثرة حراريا)

ومن المهم أن نتذكر أن الزجاج المواجه لأشعة الشمس ذات طول الموجه القصيرة يمتص منها بين 8% الى 15% ليسخن أما باقى الأشعة فتمر خلاله و تنعكس ، أما الأشعة طويلة الموجه فيمتصها الزجاج بالكامل .

1-2-1-2 التوصيل الحرارى :

وهذا يتم فى المبانى (على سبيل المثال فى الحوائط) من سطح الحائط الخارجى الساخن الى سطح الحائط الداخلى البارد أو العكس

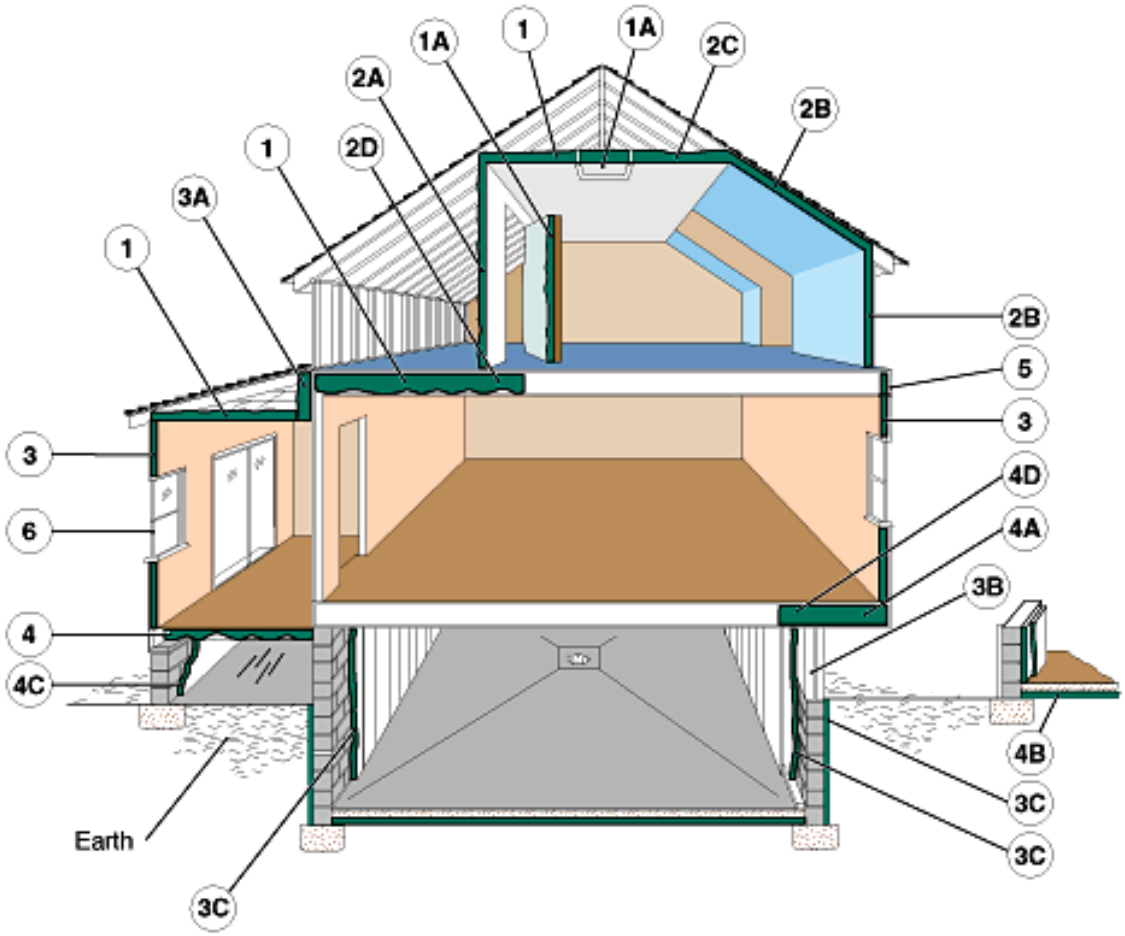
جدول (5) يعرض بعض المكونات الانشائية وعلاقتها بمكانها بالنسبة لمحيط الخارجى ، ومعاملاتها لمقاومة دخول الاشعاع الحرارى (مع ملاحظة ان ليس لها علاقة بنوع المادة) .

	المادة	مقاومة الاشعاع الحرارى	
		α/1 (م مربع.ك وات)	α/1 (م مربع.ك وات)
1	حائط خارجى	0.13	0.04
2	حائط خارجى مزدوج(بينهما فراغ)	0.13	0.08
3	حائط داخلى	0.13	0.13
4	حائط له اتصال بالارض الطبيعية	0.13	0.0
5	السقف الاخير (مظلل)	0.13	0.08
6	السقف بين الادوار		
	دخول حرارى من اسفل الى اعلى	0.13	0.13
	دخول حرارى من اعلى الى اسفل	0.17	0.17
7	سقف البدروم	0.17	0.17
8	ارضية بروز كتلة تحتها فراغ	0.17	0.04
9	ارضية الدور الارضى (بدون بدروم)	0.17	0.0

جدول (5)(28) يوضح المعامل الحسابى لمقاومة الاشعاع الحرارى (طبقا للمواصفات القياسية رقم DIN4108 (T.4

ومن الحقائق بأن مقاومة عبور الحرارة من المبنى الى خارجه أو العكس تتأثر بنوع وسمك مواد البناء المستخدمة . وأن مقاومة الحائط للاشعاع الحرارى لا يتعلق بنوع المادة المستخدمة فى البناء ولكن بحركات الهواء حولها وداخلها (المسام) وطبيعة المحيط الخارجى لها واتجاه الاشعاع الحرارى .

شكل (21) يستعرض الكثير من تفاصيل العزل الحرارى فى أماكن هامة مختلفة من المبانى ذات تركيبات بسيطة ومركبة .



شكل (21) يوضح مثال لتفاصيل العزل الحرارى فى أماكن هامة مختلفة من المبانى

1- يستخدم فى فراغات الاسطح العلوية الغير منتهية،يوضع العزل على الارضية وبين الفواصل بها،وكذلك فوق عتب مدخل باب الغرف العلوية.

2- عزل الغرف العلوية التى بها فتحات اوبدونها

A2 عزل الحوائط ومفصل الباب

B2 بين االمفصلات والعوارض الخشبية بين الحوائط والسقف الخارجي

C2 سقف الفراغات العلوية

D2 يمدّد عزلا في فضاء العارضة لتخفيض التيارات الهوائية

3-عزل جميع الحوائط

A 3عزل الاسقف الغير منتهية والجراجات واماكن التخزين

حائط الاساسات فوق الارض وفى البدرومات داخليا وخارجيا

4-لعزل الارضيات

A4 عزل الارضيات المرتفعة عن مستوى السطح

B4 غزل الكتل المبنية مباشرة على الارض

C 4 كبديل لعزل الارضية وحوائط البدرومات

D 4 يمدد فى فراغ الارضية لتخفيف التيارات الهوائية

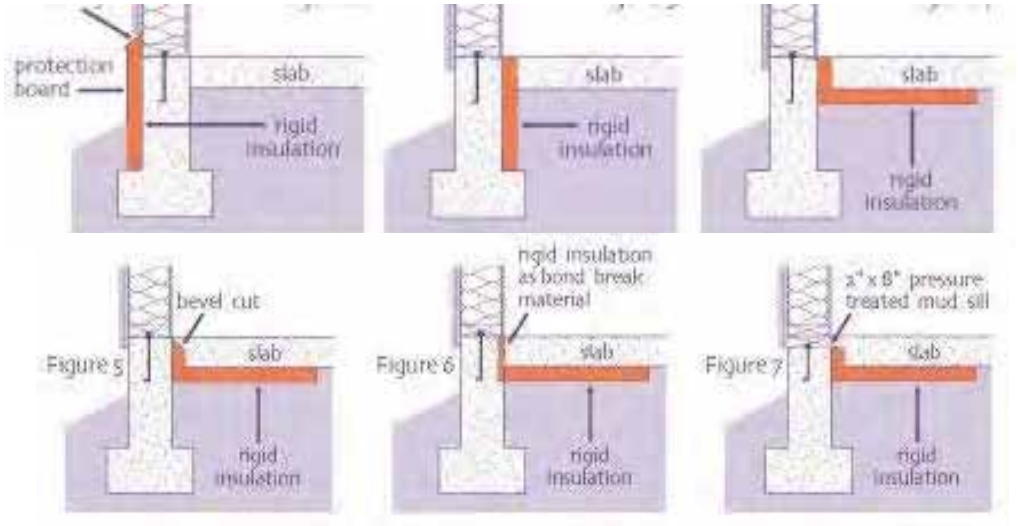
5 – عزل العوارض الرابطة

6- عزل جميع النوافذ والابواب

1-2-1-3 اهمية العزل الحرارى للحماية من برودة الشتاء .

مرحلة التصميم بالعزل الحرارى للمبنى للاستفادة من مزاياه صيفا وشتاء،تبدأ فى تلك المرحلة اختيار مواد البناء وطرق تركيبها . وذلك يؤثر على أسلوب وطرق التصميم والتنفيذ، كما يتطلب عدم المبالغة فى العزل الحرارى أو تقليل كفاءته أقل من المسموح .

وعند تصميم العزل الحرارى والاهتمام بالمناطق الحرجة فى المبنى مثل الأعمدة الخرسانية والأعتاب والأجزاء المعدنية كما يوضحه شكل (22)، والأجزاء سابقة التجهيز ، وخرسانة البروزات ، والحوائط الخرسانية وخرسانة السقف الأخير .



شكل(22) يوضح بعض الطرق المختلفة للعزل لبلاطة الارضية مع الحوائط

العزل الحرارى للوقاية من حرارة الصيف

عندما تصل أشعة الشمس القوية صيفا وبالتالى الهواء الساخن المحيط الى المبنى ، فان العزل الحرارى ليس فقط من الحلول المثلى للوصول الى درجات حرارة مناسبة داخل المبنى . واجراءات الوقاية من حرارة الصيف تختلف عن اجراءات الوقاية من برودة الشتاء حيث أن فقدان الحرارة شتاءا

يحدث خلال المسطحات الغير شفافة والشفافة على حد سواء مثل الزجاج والحوائط والأسقف . أما صيفا فان أشعة الشمس التى تدخل من مسطحات الزجاج على الواجهة تلعب دورا كبيرا من حيث كمية الحرارة التى يمكن لها أن تدخل، حيث أننا يمكن أن نرتب أهمية العناصر المؤثرة فى درجة حرارة المبنى الداخلية صيفا حسب التالى :

1 - كميات حرارة تدخل بسبب المسطحات الزجاجية .

2 - نسبة الفتحات الزجاجية المصمتة .

3 - توجيه الفتحات .

4 - التهوية داخل الحجرة .

5 - قدرة مواد البناء الداخلية على التخزين الحرارى .

6 - قدرة الحوائط والأسقف على مقاومة نفاذية الحرارة .

حيث أن تلك العوامل تساعد على مقاومة درجات حرارة المبنى . وحيث أن الثلاث عوامل الأولى تتعلق بدخول أشعة الشمس داخل حجرات المبنى . والعاملين رقمى 4 ، 5 يساعدا على التخلص من درجات الحرارة التى وصلت للحجرة بالفعل والنقطة الأخيرة 6 تخص العزل الحرارى ، وهى فى هذه الحالة أقلهم أهمية .

وفيما يخص هذا العامل الأخير (عزل الحوائط والأسقف) الذى يعمل على انقاص قيمة (معامل مقاومة الحرارة) فان ترتيب المواد المكونة للحائط يلعب هنا دورا كبيرا حيث أن العزل الحرارى الخارجى يجب أن يكون من جهة الحائط الخارجية أما الحوائط الداخلية لا يجب أن تعزل على الاطلاق ومن الأفضل أن تكون سميكة لتلعب دورها فى امتصاص الحرارة المتسربة للغرفة.

وعلى العموم فان العزل الحرارى للحوائط بغرض حماية المبنى من حرارة الصيف يكون فعالا فقط عندما يكون مسطح الفتحات الخارجية أقل من 10% من مسطح الواجهة .

كما أن نوع مواد البناء الداخلية التى تعمل على امتصاص الحرارة الزائدة (الحوائط الداخلية – الأسقف – الأرضيات – الأبواب) وكذلك مسطح الحائط الخارجى تبدأ أن تدخل كعامل حسابى هام فى حساب درجات الحرارة المعتدلة المراد الوصول اليها .

1-2-1-4 توصيات خاصة بنوع المواد العازلة :

الطرق التى يتم بها انتقال الحرارة

- التوصيل الحرارى عن طريق اتصال مادتين مختلفتين.
- التوصيل الحرارى للمادة الواحدة .
- الاشعاع الحرارى .

فإن أهم خواص المواد العازلة هى مقاومة تلك العوامل مجتمعة .

فمن المعروف أن الغازات تقاوم الحرارة أكثر من السوائل وأكثر من المواد الصلبة . حيث أن مواد البناء التى تحتوى على مسام هوائية تتميز بعزل حرارى نسبى ، حيث أن معامل توصيل الحرارة للغازات أقل من المواد الصلبة الثقيلة مثل المعادن والرخام والسراميك التى تعتبر مواد موصلة جيدة للحرارة .

ومواد العزل يمكن أن تقسم كالآتى :

- ألياف معدنية أو ألياف زراعية .
- ألياف زجاجية
- فوم
- تبن ولدائن خشبية
- فلين

وبجانب درجة مقاومة أو توصيل الحرارة التى يوضحه على سبيل المثال الجدول التالى (6) تجد هناك بعض النقاط التى يجب أن تتميز بها عوازل الحرارة من أهمها :

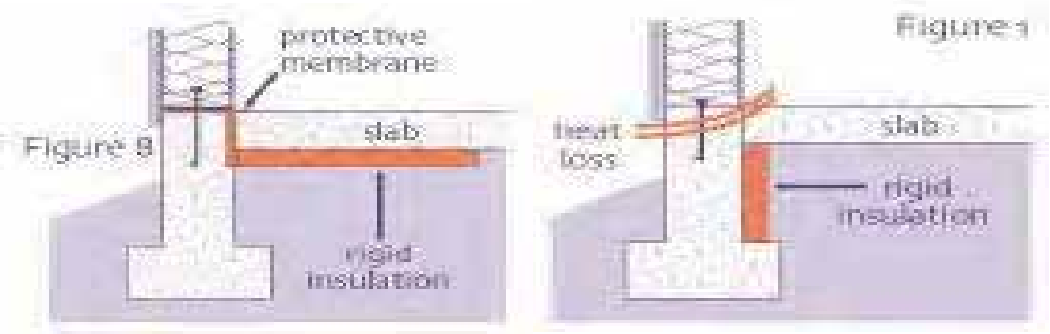
- درجة التماسك .
- درجة المرونة .
- درجة مقاومة الحريق .
- مقاومتها للأحمال والتشقق .
- مقاومة تغير الشكل والانبعاج .
- درجة مقاومتها للرطوبة .

مواد عازلة للحرارة	الكثافة فى المتر المكعب(ك جرام/م مكعب)	درجة توصيل الحرارة λ	درجة مقاومة الرطوبة μ
نشارة خشب مضغوط < 25 ملم	480 : 360	0.093	5/2
الياف صناعية او طبيعية	500 : 8	0.050 : 0.035	1
فوم	30< : 20	0.040 : 0.025	70 / 30
الياف زجاجية	200 = <	0.045	5

جدول(6) يوضح الخواص الحرارية لبعض المواد العازلة واسعة الاستعمال

- درجة ضغط المادة وخاصة فى العزل المستخدم من الألياف الصناعية أو الطبيعية .

والشكل (23) يوضح بعض الأمثلة توضح لتفاصيل مختلفة لأماكن متعددة فى المبانى وأماكن العزل الحرارى بها وكيفية التعامل معه،معاملات جودة التوصيل والمقاومة الحرارية ومقاومة الاشعاع الحرارى له علاقة بمكان الفراغ بالنسبة للمحيط الخارجى وليس فقط بنوع مواد بناءه،ومكان العزل الحرارى فى الحوائط الخارجية وحتمية غيابه فى الحوائط الداخلية،وكذلك أهمية نسبة الفتحات الزجاجية للواجهة ككل بسبب أشعة الشمس وخاصية الزجاج فى السماح بعبور الاشعاع الحرارى ذو طول الموجه القصيرة فقط .



شكل (23) يوضح احد طرق العزل لمنع التسرب الحرارى

5-1-2-1 انواع مواد العزل

- مواد عازلة غير عضوية تتركب من ألياف أو خلايا كالزجاج والاسبستوس والصوف الصخري وسيلكات الكاليسوم والبيرلايت والفيرميكيولايت .
- مواد عازلة عضوية ليفية مثل القطن وأصواف الحيوانات والقصب أو خلوية مثل الفلين والمطاط الرغوي أو البولي ستايرين أو البولي يورثين .
- مواد عازلة معدنية كرقائق الألمنيوم والقصدير العاكسة.

وأما الأشكال التي توجد عليها المواد العازلة فهي كما يلي :

- مواد عازلة سائلة وتكون عادة في صورة حبيبات أو مسحوق تصب عادة بين الحوائط أو في أي فراغ مغلق كما يمكن أن تخلط مع بعض المواد الأخرى وهي تستخدم بصورة خاصة في ملء الفراغات غير المنتظمة .

- مواد عازلة مرنة الشكل وهي تختلف في درجة مرونتها وقابليتها للثني أو الضغط وتوجد عادة على شكل قطع أو لفات وتثبت عادة بمسامير ونحوه كالصوف الزجاجي والصخري ورقائق الألمنيوم ونحوها .

- مواد صلبة : وتوجد على شكل ألواح بأبعاد وسماكات محدودة بالبولي يورثين والبولي ستايرين.

- مواد عازلة سائلة تصب أو ترش في أو على المكان المطلوب لتكوين طبقة عازلة وهذه مثل البولي يورثين الرغوي .

1-2-1-6 خصائص مواد العزل الحراري

بالنظر الى متطلبات التصميم فإن اختيار مادة عازلة معينة يستلزم بالاضافة الى معرفة الخاصية الحرارية ، معرفة الخصائص الثانوية الأخرى للمادة كامتصاص الماء والاحتراق والصلابة .

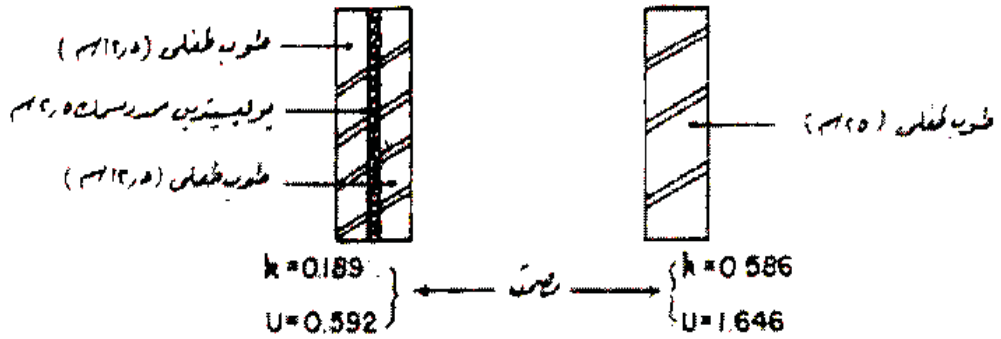
أ - الخصائص الحرارية:

والمقصود منها قدرة المادة على العزل الحراري وعادة ما تقاس بمعامل التوصيل الحراري فكلما قل معامل التوصيل دل ذلك على زيادة مقاومة المادة للانتقال الحراري ، فالمقاومة الحرارية تتناسب تناسبا عكسيا مع معامل التوصيل الحراري خلال المادة العازلة يتم عادة بواسطة جميع وسائل الانتقال المختلفة (التوصيل والحمل والاشعاع).

أما المواد العاكسة فهي لقدرتها العالية على رد الاشعاعات والموجات الحرارية تعتبر مواد فعالة في العزل الحراري بشرط أن تقابل فراغا هوائيا وتزيد قدرة هذه المواد على العزل بزيادة لمعانها وصقالتها .

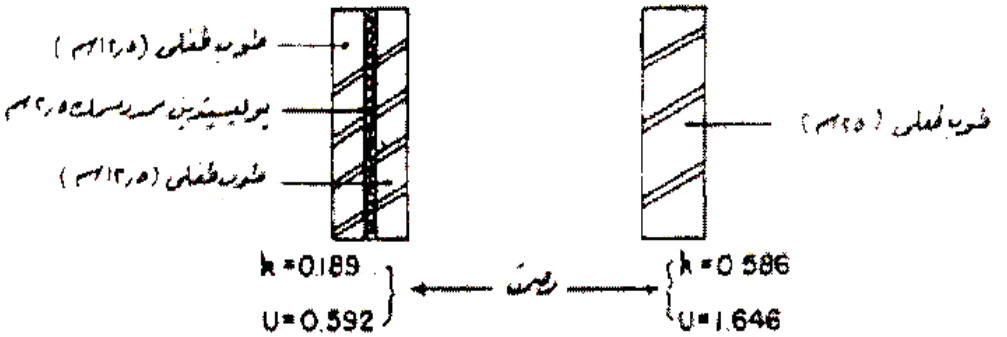
وغالبا ما تكون المادة العازلة متكاملة مع الجدران والأسقف كما يوضحه شكل (24) ،ولذا فلمعرفة المقاومة الكلية للانتقال الحراري لابد من جمع المقاومات المختلفة لطبقات الحائط أو السقف بما فيها مقاومة الطبقة الهوائية الملاصقة للأسطح الداخلية أو الخارجية .

وجمع هذه المقاومات يشابه تماما جمع المقاومات الكهربائية ، فهي إما أن تكون على التوازي أو التسلسل ويعتمد هذا على تركيبة المواد في الحائط أو في السقف، كذلك فإن هناك خصائص أخرى على سبيل المثال كما يوضحه جدول (7) كالحرارة النوعية والسعة الحرارية ومعامل التمدد والانتشار لكل مادة عازلة .



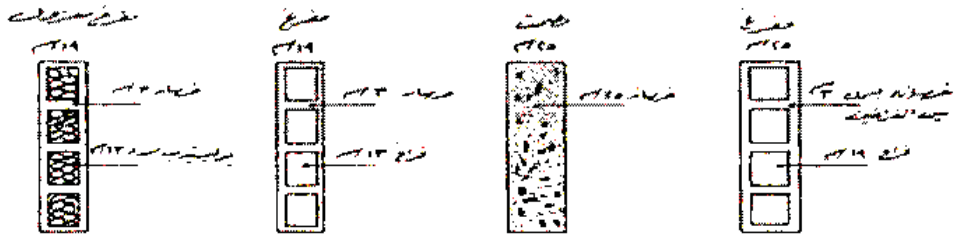
شكل رقم (٥-١/أ) حوائط من الطوب الرملى

بسمك (١٢,٥سم) غير معزولة وأخرى معزولة ببلاطات التايل فوم



شكل رقم (٥-١/ب)

حوائط من الطوب الطفلى بسمك (٢٥,٠سم) غير معزولة وأخرى معزولة فى المنتصف



12 سم

12 سم

الشكل(24) يوضح انواع مختلفة من الحوائط وطرق عزلها بتخاناتها المختلفة

المـــــــــادة	الكثافة ρ كجم / م٣	الموصلية الحرارية k وات/ م.س	الحرارة النوعية Cp
(أ) مواد البناء			
طوب أسمنتى مصمت	١٦٠٠ – ٢٠٠٠	١,٢ – ١,٤	٨٨٠
طوب رملى وردى	١٨٠٠	١,٥٩	٨٣٥
طوب الليكا المفرغ	١٠٠٠ – ١٣٠٠	٠,٣٥ – ٠,٤٥	١٠٠٠
طوب طفلى مفرغ	١٨٥٠ – ٢٠٠٠	٠,٥٥ – ٠,٦٥	٨٣٥
الحجر الجيرى	٢٣٨٠	٠,٧٣	٨٤٠
الحجر الرملى	٢٢٦٠	٠,٩٧	٨٤٠
رمل	١٥٢٠	٠,٣٣	٨٠٠
جبس	١٢٠٠	٠,٤٣	١٠٨٠
خرسانة	٢٣٠٠	٠,٩٣	٦٥٣
(ب) المواد العازلة			
خرسانة رغوية	٤٥٠–٥١٥	٠,١٨ –٠,٢١	١٠٠٠
خرسانة خفيفة	٨٠٠	٠,٢٧٥	١٠٠٠
السلتون	٣٥٠ – ٤٥٠	٠,٠٩ – ٠,١٢	٥٥٠
الواح البوليسترين الممدد	١٥ – ٣٠	٠,٣٧ –٠,٠٣٠	٨٣٥
الواح البوليسترين المبثوق	٢٥	٠,٠٣	٨٣٥
الواح البوليورتين	٣٠	٠,٠٢٧	٨٣٥
صوف صخرى	١٤٠	٠,٠٤	٨٣٥
صوف زجاجى	٥٢	٠,٠٣٨	٦٦٠
(جـ) التشطيبات			
رخام	٢٦٠٠	٢,٦	٨٨٠
جرانيت	٢٨٠٠	٣,٥	٩٠٠
محارة	٢١٠٠	٠,٧٥	٨٣٥
خشب	٣٥٠ – ٧٥٠	٠,١١ – ٠,١٦	٢٠٠٠
حديد / صلب	٧٢٠٠ – ٧٧٠٠	٤٥ – ٦٠	٥٠٠
ألومنيوم	٢٧٤٠	٢٢١	٨٩٥

جدول (7) يوضح الخواص الحرارية الفزيائية لمواد البناء والمواد العازلة (28) (1)

ب - الخصائص الميكانيكية :

بعض المواد العازلة تتميز بمتانة وقدرة على التحميل ، ولهذا فيمكن أحيانا استخدامها للمساهمة في دعم وتحميل المبنى وذلك إضافة الى هدفها الأساسي وهو العزل الحراري ، ولهذا ينظر الى قوة تحمل الضغط والشد والقص .

ج - الامتصاص

وجود الماء بصورة رطبة أو سائلة أو صلبة في المادة العازلة يقلل من قيمة العزل الحراري للمادة أو يقلل المقاومة الحرارية ، كما أنه قد يساهم في إتلاف المادة بصورة سريعة .

وتأثير الرطوبة على المادة يعتمد على خصائص المادة من حيث قدرتها على الامتصاص والنفاذ ، كما يعتمد على الأجواء المناخية المحيطة بها كدرجة الحرارة ونسبة الرطوبة ، اما الخصائص التي يقاس بها مدى تأثير المادة بالرطوبة فهي الامتصاص والنفاذية .

د - الأمان والصحة

لبعض المواد العازلة خصائص معينة منها ماقد يعرض الإنسان للخطر سواء وقت التخزين أو أثناء النقل أو التركيب أو خلال فترة الاستعمال فقد تتسبب في إحداث عاهات في جسم الإنسان ، دائمة أو مؤقتة ، كالجروح والبثور والتسمم والالتهابات الرئوية أو الحساسية في الجلد والعينين مما يستوجب أهمية معرفة التركيب الكيميائي للمادة العازلة . كذلك صفاتها الفيزيائية الأخرى من حيث قابليتها للاحتراق والتسامي .

و - الصوت

بعض المواد العازلة للحرارة قد تستخدم لتحقيق بعض المتطلبات الصوتية كامتصاص الصوت وتشتيته وامتصاص الاهتزازات لذا فإن معرفة الخصائص المرتبطة بهذا الجانب قد يفي بتحقيق هدفين بوسيلة واحدة .

إضافة الى ما سبق من خصائص فإن هناك خصائص قد تكون ضرورية عند اختيار المادة العازلة المناسبة كمعرفة الكثافة والقدرة على مقاومة الانكماش وامكانية الاستعمال وانتظام الأبعاد ومقاومة التفاعلات الكيميائية والمقاسات والسماكات المتوفرة، إضافة لكل ما سبق يلعب العامل الاقتصادي أخيرا دورا هاما في اتخاذ القرار ، في سعر المادة العازلة له اثر كبير عند الاختيار .

يتم عادة اختيار نوعية المادة العازلة بالموازنة بين تكلفتها الاقتصادية ومدى تحقيقها للمتطلبات الرئيسية والثانوية ولكن هذا الاختيار لا يغني عن السعي الى تحديد السماكة المناسبة من المادة المختارة ، يمكن تقسيم المباني من حيث نوعية وطريقة الاكتساب الحراري الرئيسي الى نوعين :

- مباني معظم اكتسابها للحرارة يأتي من خلال القشرة أو الغلاف الخارجي للمبنى بمعنى أن متطلبات التبريد والتدفئة تتناسب بصورة تقريبية مع الفرق بين درجة الحرارة الداخلية والخارجية وتقع

المكاتب والمخازن عادة في هذا القسم نظرا لأن الحرارة المكتسبة من الخارج تفوق بكثير الحرارة الناتجة عن النشاطات المختلفة داخلها .

ففي هذه المباني فإن زيادة العزل الحراري في الغلاف الخارجي للمبنى سيؤدي بالضرورة الى تقليل مقدار الحرارة المكتسبة أو المفقودة وهذا بالتالي يؤدي الى تقليل الطاقة اللازمة لإزالة ما يكتسب أو تعويض ما يفقد . ولتحديد السمك الأمثل للمادة العازلة في المباني من هذا النوع فإن الضابط الأساسي لهذا التحديد هو مقدار التكلفة الكلية وهي تساوي مجموع تكلفة المادة العازلة وتكلفة الطاقة اللازمة لتكييف المبنى .

- مباني اكتسابها الرئيسي للحرارة يأتي من داخلها وهذه المباني يكون الاكتساب الرئيسي للحرارة فيها نتيجة للنشاطات المقامة داخلها كالمصانع أو نتيجة لضخامة عدد المستخدمين أو للحرارة الناتجة عن الصناعية كالمكاتب ونحوها . ففي مثل هذه المباني ولأن معظم الاكتساب لا يتأثر بشكل أساسي بالظروف الجوية الخارجية فإن زيادة سمك الطبقة العازلة لا يؤدي بالضرورة إلى تقليل تكلفة الطاقة بل قد يؤدي إلى زيادتها فضلا عن زيادة التكلفة الكلية ، فزيادة سمك الطبقة العازلة يؤدي إلى احتباس الحرارة المكتسبة في الداخل من تراكمها فتزيد أحمال التبريد بصورة واضحة ، لذا فالمباني من هذا النوع تحتاج إلى دراسة مستفيضة بواسطة الحاسب الآلي لتحديد سلوك المبنى الحراري على مدار العام باستخدام سماكات مختلفة من المادة العازلة ومن ثم الوصول الى السمك الأمثل .

1-2-2 وسائل ترشيد استهلاك الطاقة فى المبانى:

إن نظام الطاقة فى البناء نظام مترابط تؤثر عناصره فى بعضها البعض لذا فإن ترشيد استهلاك الطاقة فيه يستلزم التعامل مع مختلف هذه العناصر .

وتحقيق اقصى كفاءة لاستخدام الطاقة على هذا المستوى التخطيطى هو فى الواقع عملية تكاملية بين معالجة المبنى منفردا وعلاقته بالبيئة المحيطة، وتوجد اربعة محاور رئيسية تتكامل لتعطى الشكل العام للمحيط الحيوى وهى الانسان – المبنى - البيئة الطبيعية .

كما ان هناك عوامل اساسية تؤثر على تلك المحاور وبالتالى على المحيط الحيوى ، وبدراسة تلك العوامل وتقييمها يمكن الخروج بمؤشرات للتصميم الواعى بالطاقة.

فمثلا تتوقف أحمال الانارة والتكييف فى البناء على كمية الحرارة الشمسية الداخلة اليه وعلى الحرارة الناتجة عن نظام الإنارة وطبيعة العمل داخل المبنى والاجهزة المستخدمة به لذا يجب معالجة مصدر الكسب الحرارى ومعالجة الأحمال الناتجة عن الإنارة والتهوية قبل تقويم مدى الحاجة الى الطاقة الكهربائية او تحديد قدرتها ، لهذا يتحتم النظر الى البناء كنظام متكامل عند تحديد الاجراءات الأنسب لترشيد استخدام الطاقة .

هذا وتصنف الوسائل المتاحة لترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها فى هذا القطاع وفق ثلاث وسائل :

1-2-2-1 وسائل ترتبط بالبناء :

(1) التصميم المعمارى البيئى :

يقصد بالتصميم المعمارى البيئى مراعاة تصميم المبنى بما يوائم الظروف البيئية والطبوغرافية والمناخية المحيطة ومتغيرات الطاقة الشمسية بموقع البناء وبما يرفع من كفاءته الحرارية والاضائية .

وفى هذا المجال يتم دراسة خصائص موقع البناء وعلاقته بمتغيرات الطاقة الشمسية وتحديد شكله (المقطع الأفقى – الارتفاع الطابقى – عدد الطوابق) وتوجيهه بالشكل المناسب واختيار حجم الفتحات (الأبواب والنوافذ) ومواضعها ومعالجتها فى واجهات المبنى بما يسهل التحكم فى كميات الحرارة الشمسية والاضاءة الداخلة اليه صيفا وشتاء ويؤدى الى تخفيض الأحمال الحرارية للمبنى.

(2) المواد المستخدمة فى التنفيذ :

ترتبط نوعية المواد المستخدمة فى تنفيذ المبنى بعناصره التصميمية البيئية خاصة الغلاف الخارجى، ذلك حيث يمكن أن يتضمن التصميم بدائل مختلفة لخفض الحمل الحرارى للمبنى أهمها: اختيارمواد واسلوب البناءواستخدام مواد العزل الحرارى المناسبة فى جدرانه وسقفه – تحديد المواد المستخدمة لأبوابه ونوافذه بما فيها استخدام طبقتين أو أكثر من الزجاج ، إضافة الى استخدام الألوان المناسبة

للجدران الخارجية والسطح العلوى ، وتجدر الإشارة الى أهمية مراعاة الدقة فى تنفيذ المواصفات المحددة للعناصر المختلفة للمبنى .

(3) العزل الحرارى للغلاف الخارجى للمبانى :

يمثل العزل الحرارى واحدا من أهم وسائل خفض الأحمال الحرارية للمبانى حيث يستخدم مواد عازلة ذات انتقالية حرارية منخفضة ، تؤدى الى خفض الحرارة المكتسبة أو المتسربة من عناصر المبنى ، ويمكن تطبيق العزل الحرارى فى جميع أنواع الأبنية القائم منها أو الذى يبنى حديثا ، وخاصة فى المناطق التى تتباين فيها الظروف المناخية بشكل واضح خلال فصول السنة .

وتتراوح نسبة الوفر فى كمية الطاقة اللازمة لأغراض التدفئة أو التبريد نتيجة لاستخدام العزل الحرارى بين 25 % ، 75 % وذلك طبقا لنوع المواد المستخدمة فى البناء من جهة ونوع وسمك العزل الحرارى المستخدم من جهة أخرى .

وعلى ذلك فإن العزل الحرارى يؤدى الى تأمين شروط الراحة الحرارية للعمل أو للإقامة فى المبنى على مدار العام* ، كما يحقق فوائد اقتصادية متعددة نتيجة لخفض الأحمال الحرارية وبالتالى وفر الطاقة المستخدمة فى التكييف .

1-2-2-2 وسائل ترتبط بالتقنيات والنظم عالية الكفاءة (6) :

يزداد الاهتمام العالمى خلال العقدين الماضيين بقضايا ترشيد استهلاك الطاقة وواكب ذلك تطوير العديد من التقنيات والنظم اللازمة لتحقيق كفاءة استخدام الطاقة فى المبانى .

(1) معدات الإنارة عالية الكفاءة :

يمثل استهلاك الطاقة فى الانارة أحد أكبر الاستهلاكات فى قطاع الأبنية فضلا عما يترتب عليه من زيادة فى الحمل الحرارى اللازم للتكييف ، لذا فاستخدام أجهزة إنارة عالية الكفاءة يؤدى الى خفض استهلاك الكهرباء لكل من الإنارة والتكييف معا،وتتوفر حاليا مصابيح إنارة كفؤ تستهلك كمية طاقة أقل مع الحفاظ على ذات مستوى الإنارة المطلوب ، ويمكن أن تؤدى الى تحقيق وفر الكهرباء المستهلكة يتراوح بين 53 ، 82 % وذلك حسب نوع المبنى ونوع المصابيح التى يتم استخدامها .

هذا بالإضافة الى مصابيح الفلورسنت الأنبوبية الموفرة للطاقة ،فمن أهم المصابيح الحديثة عالية الكفاءة :

- مصابيح الفلورسنت المدمجة والتى تستهلك حوالى 20-25 % من القدرة والطاقة الكهربائية للمصابيح المتوهجة التى تصدر نفس الفيض الضوئى ويصل متوسط عمر هذه المصابيح 10 أضعاف عمر المصابيح المتوهجة .

- مصابيح ذات الكثافة العالية HID ومنها مصابيح هاليد المعدنية المدمجة ومصابيح بخار الصوديوم ذات الضغط العالى ومصابيح بخار الزئبق .

(2) معدات نظم التكييف والتدفئة :

تتنوع نظم التكييف والتدفئة المستخدمة فى قطاع الأبنية بين نظم فردية ونظم مركزية بقدرات مختلفة وكذلك تتباين هذه المعدات بين معدات تبريد فقط أو نظم متكاملة للتكييف لكلا الغرضين ، لذلك فإن تطوير المعدات والنظم فى هذا المجال غلب عليه تطوير المكونات ليكون أكثر كفاءة مثل : المبادلات الحرارية - محركات عالية الكفاءة - ضواغط ومراوح متغيرة السرعة - مواد (وسائط) تبريد متطورة ، وعلى ذلك فإن ترشيد استهلاك الطاقة فى التكييف والتدفئة يمكن أن يكون من خلال :

أ - تصميم معمارى بيئى صحيح .

ب – استخدام نظم متكاملة عالية الكفاءة مثل نظم المضخات الحرارية المتطورة للتدفئة المركزية .

جـ- بعض الاجراءات التفضيلية فى الاستخدام مثل : عدم استخدام المقاومات الكهربائية للتدفئة نظرا لاستهلاكها المرتفع مع استخدام أجهزة التدفئة الفردية ما أمكن مع ضمان العزل الجيد لمجارى الهواء .

(3) سخانات المياه وأجهزة التبريد والتجميد :

يمثل استهلاك الطاقة فى تسخين المياه أحد أكبر الاستهلاكات فى قطاع الأبنية ، ومن أهم التقنيات المتاحة حاليا لترشيد هذا الاستهلاك والحفاظ على البيئة فى آن واحد هو استخدام السخانات الشمسية ويمكن أن توفر ما يتراوح بين 70-90 % من الاستهلاك السنوى للطاقة فى تسخين المياه .

(4) الأجهزة العلمية والقياسية والمكتبية المستهلكة للطاقة :

تطورت التقنيات الخاصة بالأجهزة العلمية والمكتبية والأدوات الكهربائية والحاسبات وماكينات التصوير وأصبحت أكثر كفاءة فى استهلاك الطاقة .

1-2-2-3 وسائل ترتبط بادارة تقنيات ونظم الطاقة :

1 – الإدارة الكفؤ لمعدات الإنارة :

تتعدد أساليب ادارة الطلب على الإنارة والتحكم بها من أنماط سلوكية فى الاستخدام مثل : إطفاء المصابيح فى الأماكن الغير مستخدمة واستخدام الإنارة الطبيعية من خلال الفتحات السماوية والنوافذ

وأساليب تقنية للتحكم فى توزيع الإضاءة عن طريق إعادة النظر فى درجات مفاتيح الإضاءة لتوفير أكثر من مستوى إنارة فى مساحة محددة ووصولا الى التحكم الآلى فى تشغيل معدات الإنارة باستخدام مؤقتتات زمنية واستخدام حساسات الإشغال والخلايا الضوئية للتحكم بالإنارة (مع العلم بأن التحكم الآلى مكلف) .

لا تتوقف إمكانات ترشيد استهلاك الطاقة فى المبانى فقط على استخدام تقنيات ونظم عالية الكفاءة بل ترتبط أيضا بالأساليب المتبعة لاستخدام هذه الأجهزة وإدارة الطلب عليها .

2 – الإدارة الكفؤ لنظم التكييف والتدفئة :

يمكن تحقيق وفر فى استهلاك نظم التدفئة والتكييف وتحقيق مستوى أفضل من الراحة من خلال :

1 – انتظام إجراء الصيانة الدورية .

2 – التأكد من ضبط مجارى الهواء .

3 – استخدام العزل الحرارى المناسب للمعدات .

4 – منع أو تقليل التسرب الحرارى من والى المبنى .

5 – استخدام وسائل تحكم مناسبة لدرجات الحرارة وتوقيتات التشغيل .

3-2-1 أولويات التطبيق :

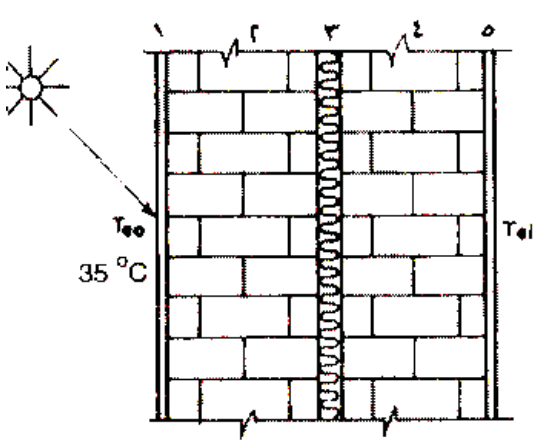
فى ضوء ما تم عرضه من وسائل ترشيد استهلاك الطاقة فى الأبنية ، يتضح أن كل منها قابل للتطبيق فى معظم الدول بدرجات متفاوتة طبقا للظروف المحلية لكل دولة ، وعلى الرغم من ذلك فإن بعض هذه الوسائل يمكن أن تحقق عائد أسرع وعلى نطاق أوسع وفى هذا المجال تتحدد أولويات التطبيق بناء على المعايير الآتية :

- مدى اتساع نطاق التطبيق على المستويين الوطنى والإقليمى .
- حجم الوفر فى استهلاك الطاقة نتيجة استخدام هذه الوسيلة بالمقارنة مع الوسائل الأخرى.
- مدى توفر المنتجات والخبرات اللازمة للتنفيذ .
- موائمة التكاليف المطلوبة للمستويات المعيشية المختلفة .

وفى ضوء هذه المعايير فإن الوسائل التالية يمكن أن تمثل أولويات التطبيق على مستوى المنطقة :

(1) العزل الحرارى للمبانى :

الذى يمكن أن يوفر الراحة الحرارية فى العديد من الأبنية دون استخدام أجهزة تبريد كما يؤدى الى تحقيق وفر كبير فى استهلاك الطاقة فى أجهزة التكييف أو التدفئة فى حالة استخدامها ،عند اختيار المادة العازله للحرارة يجب تحديد التخانة المثلى التى يجب اضافتها لتقليل سريان الحرارة والتى تحقق القيمة المثلى للانتقالية الحرارية الكلية ،فمثلا يوضح شكل (25)



مكونات الحائط المعزول :

١ – لياسة أسمنتية خارجية ٢ سم

٢ – طوب طفلى ١٢ سم

٣ – مادة عازلة

٤ – طوب طفلى ١٢ سم

٥ – لياسة أسمنتية داخلية ٢ سم

شكل (25) يوضح مثال لمكونات الحائط المعزول

(2) معدات الإنارة عالية الكفاءة :

حيث أن العاملين فى كافة مستويات المراكز البحثية لا غنى لهم عن الإنارة بالإضافة الى انتشارها فى جميع المنشآت والمبانى بالإضافة الى حجم الوفر الكبير الناتج عنها بالمقارنة بمعدات الانارة المستخدمة حاليا .

(3) الإدارة الكفؤ لتقنيات ونظم الطاقة :

التى تمثل وسيلة محدودة التكاليف ولها أثرها البالغ على استهلاك الطاقة إلا أنها تستلزم العمل على نشر الوعى العام بالإجراءات اللازمة لتحقيقها .

ان التقدم المحرز فى ترشيد استهلاك الطاقة فى قطاع الأبنية فى مجال العمارة البيئية والعزل الحرارى للأبنية وتتضمن ما يلى :

1 – يتم إعداد المواصفات القياسية والأدلة المناسبة للعزل الحرارى للأبنية وتضمينها قوانين البناء والالتزام بارتفاعات محددة للمبانى واستخدام اللون الأبيض فى الواجهات والعزل الحرارى للغلاف الخارجى للمبانى وتطبيق التصميمات المعمارية البيئية كشرط اساسى فى المواصفات القياسية .

2 – استخدام السخانات الشمسية للأغراض المختلفة .

3 – استخدام معدات الإنارة عالية الكفاءة .

(وذلك فى إطار مشروع تحسين كفاءة الطاقة والحد من انبعاث غازات الاحتباس الحرارى الممول من مرفق البيئة العالمى والذى تنفذه وزارة الكهرباء والطاقة المصرية* .

4-2-1 الانارة الطبيعية

بدأ من النار الموقدة فى الخلاء واستخدام قطع الخشب المشتعلة للإضاءة الليلية ثم مواقد الشمع والزيت ثم الكيروسين والغاز . . كانت الإضاءة دون المستوى الذى يمكن الإنسان من العمل ليلا ،

*Yassin, 1. Options and apportunities for GHG Abatement in the Egyptian Electric Power System A Consultancy Report Submitted to ESCWA, July 2001.

فاعتمد أساسا على الإضاءة الطبيعية والتى تظهر تأثيرها واضحا فى تصميم بيوتهم على المدى التاريخ .

فاستخدم الإنسان الشبابيك الواسعة والأسقف العالية والفتحات السماوية ، وقد ساهمت الحضارة الاسلامية مساهمة فعالة فى تصميم العمارة ، فأدخلت المشربيات الخشبية الجميلة التى تسمح بدخول الضوء والهواء مع منع إمكانية الرؤية من خارج المنزل الى داخله ، والأسقف العالية ذات الفتحات الجانبية ، والحوش الداخلى ، والبواكى الجانبية التى تكون منطقة مظللة ، وهى وسط بين الفناء المفتوح الذى يدخل منه الضوء والهواء وبين الغرف الداخلية الشبه معتمة . .

أما فى وقتنا الحاضر تحت مظلة التقنية الحديثة والتى بلغت مداها فى جميع الميادين إضطرالمصممون الى مجابهة التقدم الصناعى الهائل محاولين مقابلة متطلباته المادية الكثيرة ، فلجأ المعماريون الى تصميم العمارات المتعددة الطوابق ، والتى تعتمد على الإنارة الصناعية .

وقد اتضح من الدراسات ان الحرمان من الاضاءة الطبيعية داخل الابنية تسبب فى كثير من المشاكل الصحية والنفسية والاجتماعية مما حدا بالعلماء والاطباء والمتخصصين بان ينادو بالعودة الى الاضاءة الطبيعية فى المبانى واعتبارها تأتى فى الاهمية بعد الغذاء بالنسبة للانسان.

فاعتبر الاضاءة الطبيعية فى المبانى من اهم الاساسيات فى تصميم الاماكن التى يعمل او يعيش فيها الانسان، اضيف الى ذلك الناحية الجماليةالتى يشعر بها الانسان عند رؤيته مظاهر الحياة عبر النوافذ واحساسه بتغيير الاوقات وحركة الشمس، وما يتبعة ذلك من تغيير فى الاضواء والالوان والتباين فى المناظر الطبيعية. وباعتبار المنطقة التى نعيش فيها غنية بالطاقة الشمسية والاضاءة الطبيعية فان اللجوء الى الاضاءة الصناعية نهارا فى هذه الظروف يعتبر اهدار للطاقة الكهربائية بدون مبرر.

وهذا يبرر الحاجة الى الجمع بين الخبرات الهندسية والمعمارية للوصول الى افضل نظم الاضاءة الطبيعية اللازمة والكافية لاتمام العمل المطلوب داخل الاماكن المبنية،استخدمت الاساليب العلمية لتقليل السلبيات التى تنشأ بسبب عمل فتحة يدخل منها الهواء والحرارة والضوضاء ،بالاضافة الى تفهم التقنيات الحديثة التى حلت مشكلة التكامل بين الاضاءة الطبيعية والعناصر البيئية المصاحبة لها،اما مصدر الاضاءة المستخدمة فى تصميم الاضاءة الطبيعية فهو اما من السماء او من الشمس.

لذلك حاول مهندسو الإضاءة محاكاة الإنارة الطبيعية بأن صمموا الأسقف المنيرة والتى تشبه الفتحات السماوية ، وكذلك صمموا الحوائط المنيرة أيضا والتى تشبه الشبابيك ، فنجحوا فى تحقيق وظائف الفتحات السماوية والشبابيك التى تحقيق التهوية الطبيعية والاتصال المباشر بالوسط الخارجى .

وفى المنطقة العربية التى وهبها الله سماء صافية ، وجوا معتدلا يوجب الاستفادة من الإنارة الطبيعية بأقصى حد ممكن وذلك بان يشمل التصميم :

- اضاءة عناصر المبنى بالاضاءة الطبيعية.
- تخصيص اماكن بالمبنى يمكن للانسان ان يستفيد من الاشعة فوق البنفسجية مع مراعاة عامل الخصوصية .
- زيادة الاضاءة طبيعية كانت ام صناعية الى اكبر قدر ممكن حتى تقارب الاضاءة الطبيعية فى الخارج.
- السماح لاشعة الشمس بالنفاذ داخل عناصر المبنى ساعة على الاقل يوميا.
- الاقلال من الالوان داخل المبنى ويكون اللون الابيض والالوان الفاتحة هى الغالبة.
- ان يكون بكل حجرة شباكان بقدر الامكان موزعان على حائطين حتى لايحدث زغللة بالداخل.
- ان يراعى فى تخطيط الموقع ارتفاعات والمسافات بين المبانى المحيطة .

- تصميم نظام الإنارة على أساس التكامل بين الإنارة الطبيعية والصناعية ،وللحصول على مستوى الإنارة المطلوب يتم التحكم فى وحدات الإضاءة بحيث يمكن إضاءة نصف المصابيح أثناء النهار ويكون الاعتماد على الإنارة الطبيعية اعتمادا كليا اثناء النهار وفى هذا ترشيد لاستهلاك الكهرباء ، بينما تضاء المصابيح أثناء الليل .
- تبنى فتحات عرضية وكبيرة للشبابيك مما يؤدى الى إنارة أكبر مساحة ممكنة من مستوى الشغل بالإنارة الطبيعية .
- الاستفادة من السقف كمصدر للإنارة الطبيعية كما هو الحال فى سقف سن المنشار والنوافذ السقفية .

نوعية الانارة :

ويمكن تعريف نوعية الانارة على أنها حسن توزيع نصوع الأشياء فى مجال الرؤية وتعتمد على :

(أ) توزيع الاضاءة وتحديد نوعيتها :

يختلف توزيع اضاءة الفراغات حسب نوعية الفراغ وطرقة استخدامه ، ويستخدم المصمم عادة توليفات متعددة للحصول على تصميم جيد من حيث الوظيفة ويضفى على الفراغ الراحة النفسية والبصرية .

يبدأ تصميم الاضاءة العامة للفراغ التى تساعده للحصول على مستوى اضاءة منتظم على مستوى العمل ، وفى كثير من الأوقات تكون ثمة حاجة الى دعم الانارة فى أماكن محددة فى الفراغ المعنى ، كزيادة اضاءة بنش فى معمل او مكتبه او معمل كمبيوتر .

ويتم تحديد نوعية الاضاءة العامة للفراغ والتى يمكن تقسيمها الى إضاءة مباشرة وأخرى غير مباشرة والثالثة اضاءة شبه مباشرة أما الرابعة فشبه غير مباشرة والخامسة تعرف بالاضاءة المتساوية كما هو مبين بالجدول التالى جدول (8) :

Light Distribution توزيع الإضاءة	Type	النسبة المئوية للفيض الضوئي		نوعية الاضاءة
		الى اعلى	الى اسفل	
direct		% Above 0 - 10	% Below 90 - 100	مباشرة
semi - direct		10 - 40	60 - 90	شبه مباشرة
general diffusing		40 - 60	40 - 60	متساوية
semi - indirect		60 - 90	10 - 40	شبه غير مباشرة
indirect		90 - 100	0 - 10	غير مباشرة

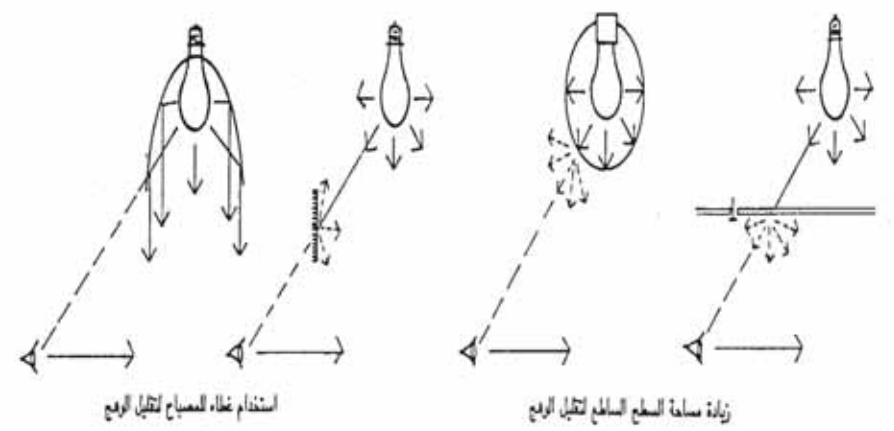
جدول (8) يوضح انواع مختلفة لاساليب الاضاءة

(ب) تجنب الوهج المباشر والغير مباشر :

يعرف الوهج بأنه وجود الضوء فى غير موضعه ، والوهج اما أن يكون مباشرا وذلك بوقوع مصدر الضوء مباشرة فى مجال الرؤية ، أو يكون الوهج غير مباشر نتيجة لوجود الأسطح اللامعة

أو المناطق العالية النصوع فى مجال الرؤية كما يوضحه شكل (26)،ويعتبر الوهج من المشاكل الرئيسية التى يجب على مصمم الانارة أن يتجنبها بشتى الطرق والوسائل ، نذكر منها ما يلى :

أ - إبعاد مستوى الاضاءة عن مستوى النظر وذلك برفع وحدات الاضاءة عن المستوى المائل على الأفقى بزاوية 45 درجة .



شكل (26) بعض الاساليب لتقليل الوهج للاضاءة المباشرة

ب - الاستعانة بأغطية وزعانف تحيط بوحدات الاضاءة وتحجب الوهج المباشر .
جـ- زيادة المساحة الخارجية للمصادر الضوئية وذلك باستخدام أغلفة نصف نفاذة تحيط بالمصدر الضوئى .
د - اختيار وحدات الاضاءة الغاطسة بالأسقف أو تبنى الانارة الغير مباشرة فى كثير من الأحيان .
هـ- محاولة تجنب الأسطح العاكسة واللامعة والناصعة فى مجال الرؤية وذلك بأنه لا يجب أن تزيد نسبة نصوع أعلى نقطة الى أقلها نصوعا عن 10 : 1 وذلك بالنسبة الى الأماكن البعيدة ، أما بالنسبة الى الأسطح المتقاربة فى مجال الرؤية فيجب أن تقل هذه النسبة عن 3 : 1
وفى هذا الصدد نشير الى الوهج الذى يصيب العين عند انتقالها من ضوء خافت أو معدوم الى ضوء طبيعى كما هو الحال فى قاعات العرض ، لذلك غالبا ما يلجأ مصمم الانارة الى الاستعانة بدوائر تحكم تلقائية لوحدات الاضاءة ، يمكن بموجبها زيادة الانارة أو خفضها تدريجيا .
ويتوقف التوزيع الفعلى لشدة الاضاء ةاخل الغرفة على الاتى :

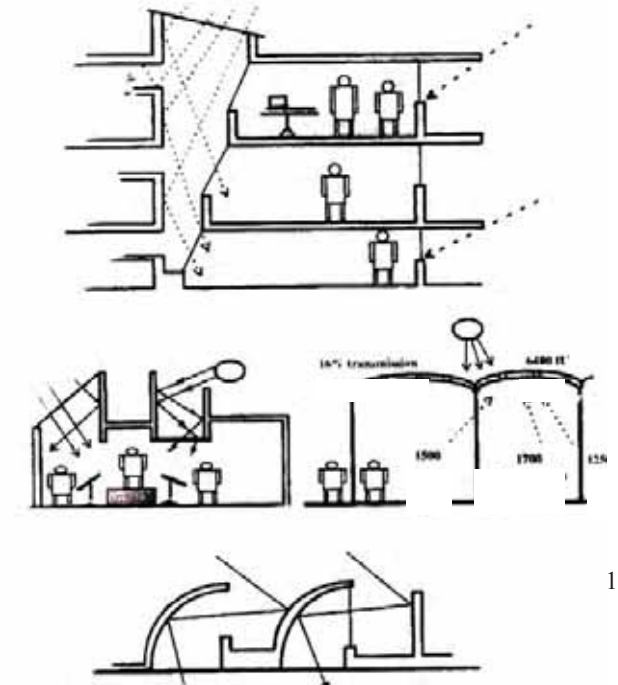
1. عمق الغرفة ، حيث تقل شدة الاضاءة كلما بعدت المسافة عن الشباك وعموما يمكن الاعتماد على الاضاءة الطبيعية داخل الفراغ حتى مسافة 6 متر الى 7,5 متر من مصدر الضوء، وهذا يتوقف اساسا على شكل الفتاحات ومسطحها .

2. وضع الفتحات ، يسمح الشباك ذو الارتفاع الكبير للضوء بالدخول الى عمق داخل الغرفة اكبر من ذلك الذى يسمح به شباك ذو ارتفاع صغير بنفس المساحة ، ويمكن استخدام العواكس فى اسقاط الاشعة الضوئية الى مسافات اعمق داخل الفراغ وذلك بعكسها على السقف .
3. نهو الاسطح الداخلية ، وهو من اهم العوامل التى تساعد على التحكم فى الضوء، فالاسطح ذات الالوان الفاتحة تعكس الضوء وتوزعه بانتظام كما تقلل من شدة اللمعان الذى قد يكون متعبا للعين .

وجدول (9) يمكن استخدامه كدليل لتقييم كفاءة فتحات الشبابيك خلال المراحل الاولية من التصميم وهو يضم نسبة الاضاءة المطلوبة بالداخل (مركبة ضوء النهار%) وكذلك نسبة مساحة فتحة الشباك الى مساحة ارضية الحجرة % .

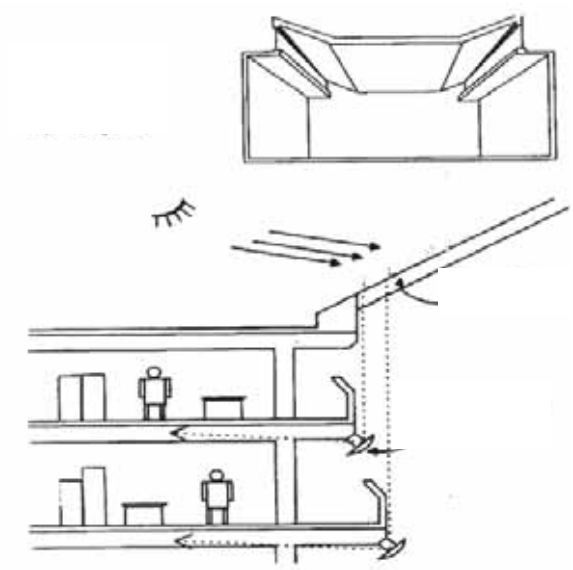
نوع الاستخدام	مركبة ضوء النهار %	نسبة مساحة فتحة الشباك الى مساحة الحجرة
صالات حاسب الى	% 5 – 4	% 30 – 20
معامل	% 3	% 15
مكاتب - صالةاجتماعات	% 2	% 10
مداخل – استقبال	% 1	% 5
ردهات	% 0.5	% 2.5

جدول (9) يوضح نسبة الاضاءة المطلوبة ونسبة مساحة الفتحات الى مساحة الحجرة (44)



لانارة الاماكن البعيدة عن النوافذ بمستويات عالية ، يمكن الوصول الى حلول مناسبة اما بالجوء الى اضافة نوافذ بالحوائط الاخرى او بتصميم عواكس تركب بالنوافذ بحيث تعكس الاضاءة الى الاجزاء البعيدة من الغرفة كما هو فى الشكل (27) .

شكل (27) يوضح اساليب مختلفة للتوزيع الجيد للاضاءة داخل الفراغ



وقد يؤدى عمل الفتحات كبيرة للنوافذ الى انتقال الحرارة والضوضاء من خارج المبنى ويمكن التحكم فى ذلك بواسطة حسن استخدام نوعية الزجاج المركب على النافذه مثل الزجاج المعالج الذى يكون معامل انعكاسه ومعامل امتصاصه للحرارة كبير .

من الطرق الجيده لتوزيع الاضاءة كما موضح بالشكل (28)

شكل (28) يوضح استخدام المرايا فى ادخال الضوء الى عمق الفراغ

الباب الثانى

دراسة مفهوم المبانى البحثية الاشعاعية لمعرفة اتجاهاتها التصميمية وخصائصها

اختيار موقع مراكز الابحاث الاشعاعية اهم مراحل التصميم،حيث ان خصائص المكان لها تأثيرها على تقدير التصميمات، مثل الموقع ، توزيع السكان ، جيلوجية التربة وعلوم المياه ، علوم البيئة وغيرها،لتوضيح تأثير خصائص المكان على عمل التصميم (12).

2-3-1 الموقع :

تحديد موقع المبانى البحثية الاشعاعية والتزود بخريطة للمنطقة والتى تدل على :

- الموقع وعلاقته بتوجيه المبانى .
- موقع الانشاءات المجاورة سواء صناعية ، تجارية ، تعليمية ، ترفيهية، او سكنية .
- الطرق القريبة سواء السريعة او العادية ، مجارى المياه ، او خطوط السكك الحديدية ، المسارات الكهربائية.
- خطوط الحدود للمنطقة التى تتحكم فيها الهيئة المسؤلة عن العمليات .
- حدود الوقاية الاشعاعية التى يفرضها الموقع .

موقع هذا النوع من المبانى ذو الطبيعة الخاصة يجب الايوضع فى او بجانب منطقة ذات كثافة بنائية،وعادة ما يوضع فى منطقة شبه ريفية حيث يمكن الحصول على نوع من العزلة. ومن جهة اخرى يجب ان تكون قريبة من خطوط نقل جيدة لتسهيل حركة العاملين ، مع ملاحظة ان البنية التحتية فى المكان تشمل الطرق الرئيسية والفرعية وخطوط انابيب المياه والغاز .

معايير تخطيط الموقع :

يتكامل اختيار الموقع مع تخطيطه وتصميم المبنى ذاته لتحقيق مستوى معقول من الفعالية فى استخدام الطاقة الشمسية . وهناك معايير ارشادية تحقق هذا التكامل . طبقا لظروف كل موقع . وذلك فى المجالات الآتية :

تحديد وضع المبانى فى الأرض :

- فى أعلى التل : تكون درجة الحرارة أقل والرطوبة النسبية أعلى وسرعة الرياح أكثر .

- فى باطن الوادى : يوجد أشعة الشمس منعكسة من جوانب الوادى كما يتعرض الموقع لتراكم الملوثات .

- على المنحدر : لتسهل تعريض المبنى للشمس وفى الأماكن الأكثر برودة توضع المبانى على المنحدر فى الميل عكس اتجاه الرياح .

أما اذا كان الموقع يحتاج أكثر للتبريد فيفضل وضعه على الجزء الأسفل للمنحدر المواجه للرياح وتوضع الفتحات فى مواجهة الريح وتدرس بحيث يتم التهوية من اتجاه الشمال ويتم خروج الهواء الساخن من الجهة الخلفية .

تستخدم الأشجار دائمة الخضرة فى حجز الرياح بينما تستخدم الأشجار التى تسقط أوراقها فى أغراض التظليل .

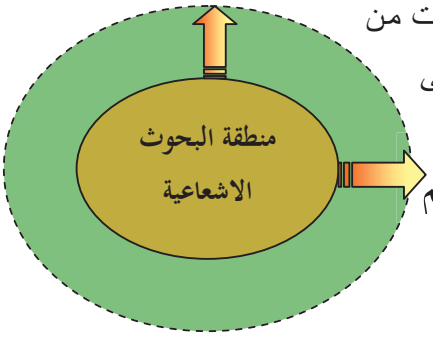
2-3-2 توزيع السكان :

توزيع السكان هو احد اهم العوامل التى يجب اخذها فى الاعتبار فى تحديد موقع المبانى البحثية الاشعاعية،فتوزيع السكان حول المكان فى المنطقة يشمل التغيرات الموسمية واليومية ، وايضا معلومات عن السكان الموجودين او المنقولين حول المكان،هذه المعلومات مطلوبة للاغراض التالية :

- اختيار ومسح المكان.
- تقييم التأثير الاشعاعى سواء حاد او طبيعى.
- تخطيط للاجرآت الطارئة.

أ - السكان المتواجدين :

ويشمل السكان المتواجدين والسكان الدائمون او المؤقتين، اما المعلومات عن السكان المتواجدين فى المنطقة الخارجية فيجب ان تجمع وايضا فى بقية المنطقة المحيطة بالمكان .



تنص اللوائح المتبعة فى بعض البلدانان هذه المسافات تتفاوت من بلد الى آخر وايضا تبعا لقوة مصادر الاشعاع المستخدمة فى المبانى البحثية،وفى حالة مراكز البحوث النووية فتنص التوصية باستخدام 5 كم من السياج كمنطقة استبعاد.

ب – السكان الدائمون :

يتم الحصول على معلومات عن توزيع السكان الدائمون للمنطقة المحيطة بالمبنى ، مع درجة مناسبة من اتفصيل ، وهذا ايضا يجب ان يشمل معلومات عامة مثل الوظائف ، اماكن العمل ، وسائل الاتصالات ، والعادات الغذائية.

ج – السكان الوافدون :

ويمكن لهذه المعلومات ان تكون هامة من اجل الامتداد فى المستقبل لمكان مراكز الابحاث الاشعاعية ، فالتدابير المستقبلية يجب ان تعتمد على معدل النمو السكانى ، اتجاهات الهجرة ، مشاريع التنمية المحتملة فى المنطقة، وجزء مهم جدا للنمو السكانى المتوقع هو المعرفة بنموذج النمو فى المنطقة الخارجية والتغيرات الممكنة فى هذا النموذج اثناء الخطط الحياتية.

ولكى يتأكد المصمم من الامان الكافى ،عليه ان يدرس الخصائص العامة المخصصة لقوانين العمل فى المكان،فواحدة من المتطلبات للمنشأة النووية هى مقابلة هذه الخصائص لتقدير المحتمل فى المنطقة للاحداث الخارجية ذات العامل الانسانى والتى قد تزيد العواقب الاشعاعية من المنشآت الاشعاعية . وسوف يتم التعرف على المصادر المحتملة للاحداث الخارجية المنسوبة للعامل البشرى للمبانى البحثية الاشعاعية والتى قد تؤثر على الامان،والمصادر نفسها يمكن تقسيمها الى:-

- **ثابته** مثل النباتات ، مصفات البترول، مستودعات التخزين، وخطوط الانابيب .
- **متحركة** مثل وسائل النقل البرى ، السكك الحديدية ، البحر ، الهواء .

يتم تجميع المعلومات فى مرحله سابقة ليسمح بالتعرف على المصادر المحتملة للحوادث ذات العوامل البشرية الخارجية فى مرحلة المسح .

2-3-3 الاهمية التاريخية :

ان الاهمية التاريخية والاثرية،ومن اجل مسح المكان واختياره ، فان المعلومات عن المكان تتضمن مناقشة موجزة للاهمية التاريخية والجمالية والاثرية والمعمارية والثقافية والطبيعية للمكان ، ويجب ان تدل هذه المعلومات ما اذا كان هذا المكان له اهمية اثرية من عدمه .

2-3-4 علم الارض (جيولوجية الموقع) :

تعتبر الظواهر الجيولوجية للموقع فيما يخص مراكز الابحاث الاشعاعية ذات اهمية للاختيار الصحيح للموقع وتحدد من خلال :

1. التركيب الجيولوجى وطبقات الارض.
2. الخصائص الصخرية والمعدنية للاحجار والتربة.
3. الزلازل واماكن الفوالق.
4. مخرات السيول .

2-3-5 علم المياه :

تأثير اقامة منشأة اشعاعية وعملها على السطح الملاصق للمياه الجوفية ذو اهمية اولى ، وهناك العديد من الظواهر ذات الخصائص المائية مثل تشبع المياه (النفاذية) ، اطوال مخرات السيول وموقعها ، درجة التشبع، والتى تستطيع تأمين احتياطات مقبولة للتسرب الاشعاعى.

ويتم دراسة وصف للخصائص المائية للمنطقة و يشمل :

- الموقع – الحجم – والشكل – والتغيرات الزمنية – وخصائص مائية اخرى تشمل كتلة السريان – وسرعة الانهار – والتيارات للبحيرات والبحور ، وحمل الرواسب بشكل عام فى جميع اشكال المياه سواء طبيعى او صناعى .
- تركيبات التحكم المائى الرئيسية ومواصفاتها .
- موقع مآخذ المياه السطحية للمستهلكين والتى من الممكن ان تتأثر بالمواد المشعة .

ومن جانب آخر هناك علاقة وثيقة بين تخطيط المنطقة وبين المياه السطحية والجوفية والعوامل التخطيطية مثل تدرج الارض يحدد حجم وشكل منطقة الصرف وله تأثير ثانوى ، او اتجاه وسرعة سريان المياه الارضية فى المنطقة .

ولتجنب مخاطر الفيضان فيجب ان توضع مواقع المنشآت النووية خارج خرائط الفيضان فى مناطق تخطيطيا اعلى.

2-3-6 المناخ :

المناخ هو طريق هام لانتقال التسريبات الاشعاعية من منشأة نووية الى البيئة وبالتالى للانسان،فالمناخ هو واحد من العوامل والتى سوف تؤخذ فى الاعتبار فى مرحلة المسح لاختيار المكان، فالخصائص المناخية للمكان عندما تؤخذ فى الاعتبار مع عوامل اخرى مثل كثافة السكان واستخدام الارض فى المنطقة فى معظم الاحوال عوامل محددة ،من اجل المتطلبات الخاصة فى اختيار المكان والتصميم والعمليات والتخطيط للطوارىء الاشعاعية.

فطبيعة ودقة ومدى المعلومات المناخية التى تجمع يجب ان توفق مع الطرق والنماذج والتى سوف تستخدم فيها لتقدير التأثير الاشعاعى على البيئة ، واسس مثل هذه البرامج المناخية هى :

1. معلومات مناخية عامة (يتم الحصول عليها مجتمعة)

- درجة حرارة الهواء.
- تيار الهواء (اتجاه وسرعة الرياح) .
- الرشح الرطوبة

2. معلومات خاصة مطلوبة للتصميم :

- درجة حرارة الهواء ومعدل التغيرات الحرارية.

- الاشعة الشمسية اثناء النهار والغطاء السماوى او الاشعة الصافية اثناء الليل .
- التغيرات فى اتجاه وسرعة الرياح فى الارتفاعات المختلفة.

المناخ الحضرى

المناطق الحضرية لها شروط مناخية معيّنة بدرجة حرارة أعلى من الريف،بعكس المناطق الحضرية التى بها رياح ضعيفة بسبب المبانى المتكدسة التى تؤثر على توجيه التظليل،وكمّية الاشعاع الشمسى التي تتفاوت طبقا لدرجة التلوث،كثافة السكان في المدن .

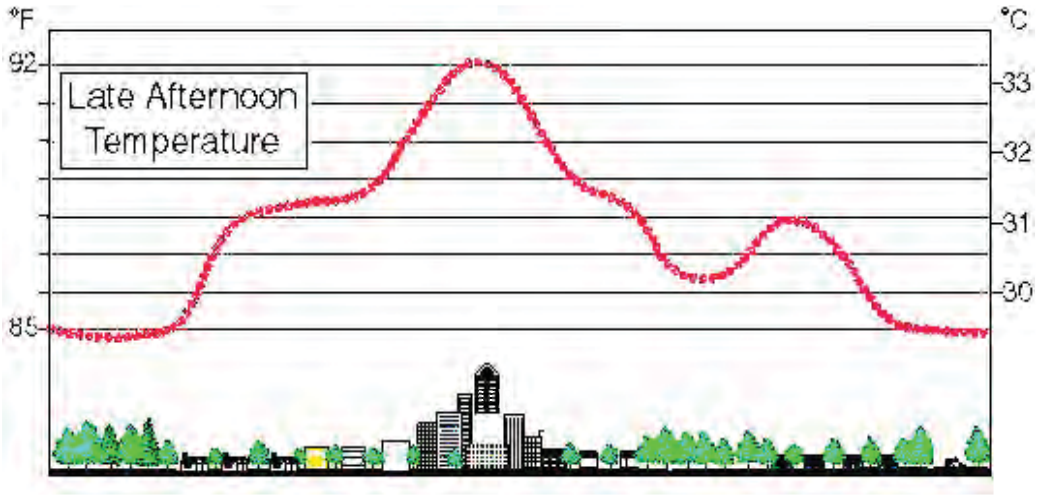
فالمناخ الحضري معقّد بسبب تنويع العوامل التي تلعب دور هام كالإشعاع الشمسي،سرعة وقوة واتجاه الرياح ودرجة الحرارة،الذين يتفاوتوا بشكل كبير طبقا لعلم الطوبوغرافيا والبيئة المحيطة المحليّة. بالإضافة الى كثافة التخطيط والضوضاء وتأثير التلوث الجوّي.

في الشتاء،نجد ان المناخ الحضري أكثر إعتدالا من الموجود في ضاحية مدينة أو المناطق الريفية البعيدة التى تتميز بدرجات الحرارة الأعلى قليلا، وبعيدا عن المبانى العالية،وسرعة الرياح اقل أثناء اليوم،

فنجد ان الفراغات الخضراء لها اهمية في تعديل البيئة أثناء اليوم، الرياح تستطيع تلطيف توزيع درجة الحرارة . على أية حال بضعة ترتيبات مثل الطرق المستقيمة لمسافات طويلة أو المبانى متعددة الطوابق يستطيعان احداث دوران هواء حول المبانى المرتفعة،ترتفع فوق المبانى المنخفضة تستطيع خلق شروط الريح العاصفة القوية على الأرض كالهواء الساقط من المستويات العالية،والرياح القوية تستطيع التدفّق خلال الفجوات في قاعدة المبانى العالية.

ولحماية المبنى من هذا التدفّق العاصف يجب أن يمنع من إنحدار إلى مستوى الشارع،على سبيل المثال بتعديل شكل المبنى أو بإستعمال السواتر الوقائية العريضةمثل الاسوار اوالحاجز النباتى،اما في المناطق نصف المفتوحة نجد المبانى المجاورة تستعمل كالشاشات الوقائية ضدّ بعض الرياح.

يلاحظ فى شكل (29) اى مدينة حضرية فى يوم صيفي حار نحس الحرارة تنبثق من الطرق والمبانى القاتمة،اما مساء فى نفس المدينة نلاحظ بأنّ الشوارع ما زالت تشعّ حرارة،بعكس المناطق الريفية البعيدة التى تحدث تبرّيد سريع .



شكل (29) يوضح الانبعاث الحرارى فى احد المدن الحضرية

من الدراسات وجد ان هناك فرق فى درجات الحرارة بين المناطق الحضرية والريفية حوالى 1 : 4 درجات مؤية تقريبا من المناطق المحيطة هذا الإختلاف بين درجات الحرارة تدعى ""تأثير جزيرة حرارة حضري" وتشتدّ في كافة أنحاء العالم أثناء الاشهر الحارة،مما يسبب شعور بالاختناق وزيادة احمال التكييف،ونتيجة هذه الظاهرة بأنّ لكلّ درجة الحرارة المتزايدة، يرتفع توليد كهرباء بنسبة 2 % إلى 4 %، وإنتاج دخان مضبّب يزداد بمقدار 4% إلى 10 % .

وهناك ثلاثة عوامل رئيسية التي تسبّب جزر الحرارة الحضرية:

- **[illegible]** - خصائص السطوح في المناطق الحضرية والمناطق الريفية حسب الخصائص الحرارية المختلفة،وبالمقارنة وجد ان المناطق الحضرية لها إمتصاص عالي لحرارة الاشعاع الشمسى وإنعكاس منخفض وفقد حرارة تبخّرية منخفضة وانبعاث سريع للحرارة.
- **[illegible]** - "حرارة إصطناعية" انبعاث في المناطق الحضرية أعلى بكثير من ذلك في المناطق الريفية البعيدة.
- **[illegible]** - تلوث الهواء في المناطق الحضرية مرتفع والجزيئات تشكل درع احجز الحرارة.

2-3-7 اعتبارات مكانية اساسية:

هناك توازن بين الاعتبارات المكانية الاساسية وهى تشمل عوامل انشائية، وامان وهندسة بيئية،واجتماعية،واقتصادية .

- عوامل انشائية

يتطلب جمع معلومات، حجم وعدد المواقع، حدود منطقة البحث.

- عوامل هندسية

1- الامان

- علم طبقات الارض والزلازل .
- علم المياه والفيضانات وتوزيع المياه السطحية والجوفية.
- ديموجرافيا المكان (توزيع السكان).
- علم الارصاد الجوية.
- توافر البنية التحتية.
- علم طبقات الارض(الاساس وخصائص التربة).

- امكانيـة الوصـول للموقـع سـواء للافـراد او المواد.

●هندسة بيئية

1- الحساسية الايكولوجية

(المكان، ممرات الانتقال، اطراف المدينة)

2- استخدامات الاراضى .

- الاراضـى المخصصـة للمنتزهات الطبيعيـة – والمناطق العلمية .
- مناطق ذات اهمية تاريخية واثرية.
- كميات ونوعيات المياه .
- علم المناخ.
- علم توزيع السكان.

● العامل الاقتصادى:

- تكاليف الارض.
- بدائل البنية التحتية.
- تكـاليف تحضـير المكـان (الجيولـوجى والمساحى).
- ممرات خطوط الانتقال .
- صيانات هندسية خاصة بالموقع.

● العامل الاجتماعى :

- اخلاءات ملاك الاراضى .
- التنـافس لاسـتخدامات المصـادر (الميـاه والارض).
- وضـــع المجتمـــع والقبـــول الاجتمـــاعى للمشروع.
- التـأثير الاقتصـادى علـى نوعيـة الحيـاه الموجودة.

طرق اختيار المكان:-

هناك طرق عديدة للبحث او لاختيار المكان لمشاريع الطاقة الذرية،واضعين فى الحسبان التوزيع السكانى .

هذه الطـرق ايضـا يمكـن اخـذها فـى الاعتبـار لاى منشـآت اشـعاعية اخـرى او مراكـز بحـث نوويـة وتستخدم هذه الطرق باساليب مختلفه واحده او اكثر من ثلاث وهى :

- نموذج استخدام الارض وضوابطه.
- التوزيع السكانى.
- الخصائص المناخية والطبوغرافية.

واختيـار الطريقـة التـى سـوف تسـتخدم تعتمـد علـى تـوافر المعلومـات،وعلى قابليـة تطبيـق الافتراضـات المستخدمة فى الطريقة والتى لها علاقة بالوضع المحلى وبعض من هذه الطرق فيما يلى :-

1- طريقة المنطقة الثابته:

ويمكن تطبيق طريقة المنطقة الثابته فى مناطق ذات كثافة سكانية قليلة نسبيا ، حيث ان واحدة او اكثر من المناطق محدودة الاسكان ربما تستقر حول المكان.

والفرضية الاساسية لهذه الطريقة هو ان المبنى البحثى الاشعاعى يجب ان يحاط بمنطقة ذات حجم ثابت غير مسموح فيها باقامة سكان،وخارج هذه المنطقة توجد منطقة ذات اسكان منخفض حيث يكون محدود او تحت السيطرة .

وفوق هذا يكون تمركز السكان ذو حجم محدد ومسموح به على بعد محدد من المنطقة.

2- طرق الكثافة السكانية:

تتكون هذه الطريقة من المقارنة بين السكان فى منطقة محددة حول المكان المفترض ذو مرجعية للكثافة السكانية ، مثل متوسط الكثافة السكانية ، ويوضح التحليل مناطق حول امكان داخل فئات مختلفة تتراوح من اكثرها تفضيلا الى اقلها من منظور السكان ،ويأخذ التصنيف فى الاعتبار الاوجه التالية للمكان:

- عدد السكان فى الدوائر المتحولقة حول المكان، خصوصا على المدى القريب .
- عدد السكان فى قطاعات خاصة حول المكان خصوصا القطاعات الواقعة فى مهب الرياح للاتجاهات الرئيسية للرياح.
- المدارس ،المستشفيات،السجون،او تجمعات كبيرة اخرى بالقرب من المكان.
- المرور واى اتصالات بيئية تحتية ذات متطلبات اسعافية.

ولعمل التقييم ، فان المنطقة حول المكان اولا تقسم الى مجموعة من الحلقات المتمركزة تمتد خارجا الى نصف قطر محدد مسبقا.

2-3-8 الاسس المعمارية والمقاييس المستخدمة فى التخطيط والتصميم المعمارى للمراكز البحثية الاشعاعية

الاسس المعمارية والمقاييس التصميمية للمنشآت البحثية الاشعاعية تختلف عن اى منشآت بحثية اخرى،فطبيعة المواد المشعة المستعملة ونوعية العمل القائم فى المنشآة سوف يحدد التخطيط والتصميم .

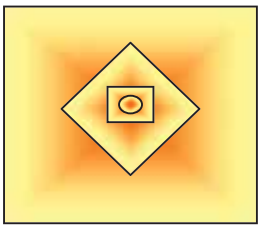
وسوف نستعرض فى هذا الباب ما تم التوصل اليه من نتائج عن القواعد المعمارية والمقاييس المستخدمة فى التخطيط والتصميم للمبانى الاشعاعية، والغرض هو الامداد بمعلومات كافية للمعماريين والمهندسين وتبسيط عملهم فى تصميم تلك لانواع من المبانى.

2-3-8-1 التخطيط العام للمراكز البحثية الاشعاعية (13)

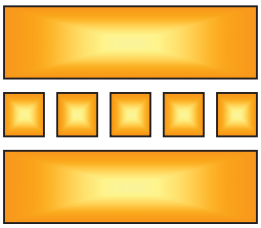
المشكلة الرئيسية عند الاخذ فى الاعتبار المخطط الرئيسى لمراكز البحث الاشعاعى هو التزود بشكل كاف بامكانية الامتداد فى المستقبل ،فمعظم مراكز الابحاث تنموا بسرعة ، لذلك فالهدف

الرئيسى فى التخطيط هو التزود بما يخدم التوسع فى المستقبل بدون اعاقة تطور البحث،لذلك مكان مراكز البحث الاشعاعى يجب الايقع فى او بالقرب من منطقة ذات كثافة بنائية.

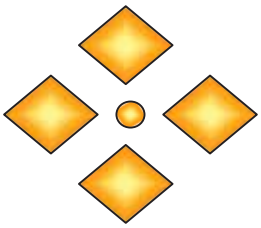
والوضع المثالى لمراكز الابحاث الاشعاعية يكون فى منطقة غير آهلة بالسكان والتى يتحقق فيها نوع من الانعزال ، بالاضافة الى ذلك ففى هذه المناطق يوجد فراغ زائد حر حول المراكز يكون متاحا للتوسعات المتوقعة فى المستقبل .



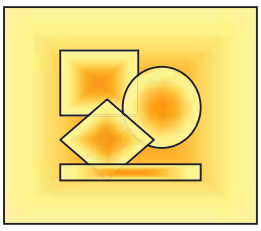
وعند رسم مخطط رئيسى،فالطرق المستخدمة فى تخطيط المدن يجب استخدامها والموضحة فى شكل (30) ويمكن تلخيصه كالاتى :-



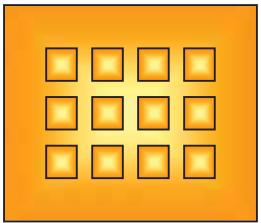
متمركز : ويتكون من فراغ مركزى غالب والذى يتجمع حوله عدد من الفراغات الثانوية.



خطى : ويتكون من متتابعات خطية لفراغات متكررة .



اشعاعية (نصف قطرية) : ويتكون من فراغ مركزى والذى يمتد منه تنظيمات خطية بشكل اشعاعى .



عنقودية : ويتكون من فراغات مجمعة تتشارك فى علاقة مرئية عامة.

شبكه : تتكون من فراغات مرتبة داخل الحقل ذو تركيب شبكى بثلاث ابعاد.

شكل (30) يوضح الطرق التحليلية لتخطيط المدن

وهناك وجوه مختلفة يجب ان تؤخذ فى الحسبان فى المخطط الرئيسى لمراكز البحث الاشعاعية ، مثل وضع الطرق المرورية ، والمكان يجب تخطيطه للنمو ،وهناك مناطق يجب وضعها جانبا لكل من اقسام المركز ، وتكون كبيرة لتكفى النمو المتوقع ، حتى لايكون النمو متداخلا داخل الطرق الاساسية الداخلية الدائرية فى المكان.

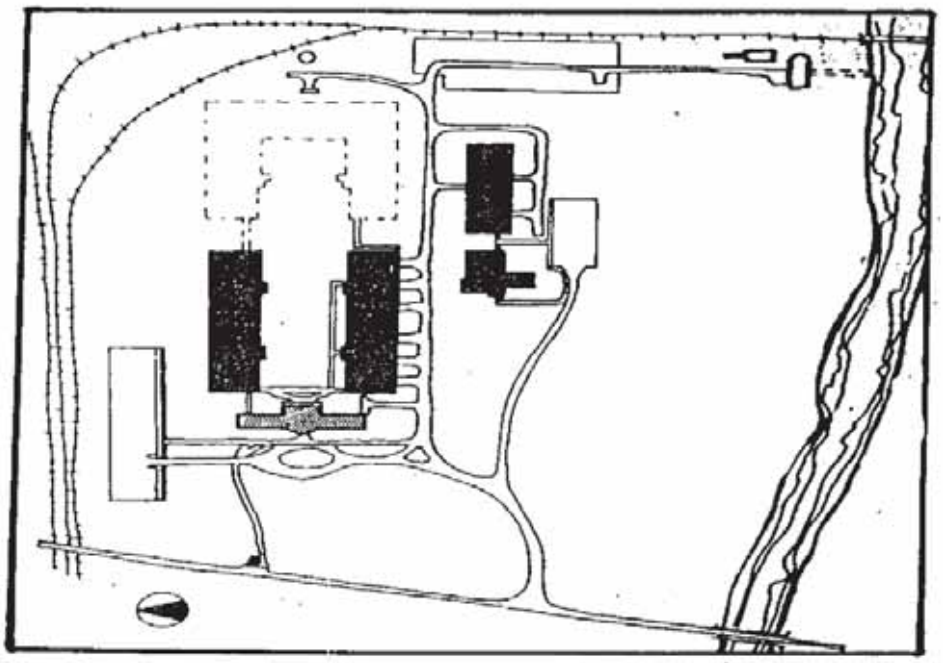
ومن خلال دراسة مشكلة تنامى مكان مراكز البحث الاشعاعية،يجب ان ننتبه لاهمية بؤرة مركزية مكونة من مبانى مثل المكتبة والادارة والمكاتب والتى تخدم باقى الاقسام.

ووجدان لو ان احد هذه الاقسام وضعت فى مكان واضح مثلا فى مركز المبنى ، عندئذ اول قسم يبنى يكون ملاصقا له، والاخرين مقدما سوف يكون ابعد.

فعلى سبيل المثال : مركز ابحاث جونز مانفيل فى مانفيل – نيو جيرسى شكل (31) مخطط بحيث ان منشأته المركزية تكون باتجاه الحدود الغربية من المكان ، والتى تكون الجزء الهام من الوضع الحالى ،ولكنه سوف يكون اقل اعضاء يشغلون المبانى المفترضة مستقبلا والتى تستمر نموا شرقا.

ومن المقترح انه قد يكون من الافضل الامداد باكثر من نقطة بؤرية من البداية ،عند التخطيط لمركز من المحتمل ان ينمو لحجم كبير . بهذه الطريقة نمو المكان سوف يتقدم من اثنان الى ثلاث نقاط مركزية بدلا من واحدة.

على كل عند تطوير مثل هذه الخطط فان توزيع الخدمات الرئيسية من المحتمل ان يحدد مدى اللامركزية . خطوط الخدمات الطويلة مكلفة وصعبة ان تستمر وسوف يكون له امكانية اقتصادية.



شكل (31) يوضح الموقع العام لمركز ابحاث يظهر فيه اتجاه تجمعات المبانى وعلاقة الاتصال بينهم كما يظهر به التخطيط للامتداد المستقبلى

2-3-8 – 2 مواصفات خاصة لمراكز الابحاث الاشعاعية

ان المبانى فى مركز البحث الاشعاعى يجب عزلها تبعا لمستويات النشاط النووى المستخدمة فيها، لذلك فان مبانى الاشعاع النووى المصممة على نظام عزل او فصل اى تبعا لمستويات الاشعاع النووى تتطلب بالتأكيد التغيير من مناطق تم تقسيمه وتسميتها بالمناطق الباردة الى المناطق الساخنة والعكس كنوع من التمييز بينهم على اساس مستوى الاشعاع بها، وفيما يلى تصنيف كل منطقة :-

- مناطق تحت الباردة وهى لاتحتوى على نشاط اشعاعى .
- المناطق الباردة تحتوى على مكاتب الادارة العامة،قاعات الاجتماعات،المكتبة،معامل الكمبيوتر،صالات التوزيع وكذلك منشآت الاسعافات الاولية .

- المناطق الدافئة تشمل مبانى التجارب عند مستوى منخفض من النشاط الاشعاعى ويجب ان يشمل معامل ذات مستوى منخفض،مثلا فى معامل الكمياء والطبيعة فى هذه المنطقة .
- اما المناطق الساخنه فهى للتجارب على مستوى عال من النشاط الاشعاعى ،مثل المفاعلات والسيكلوترون والمعجلات ،دائما توضع فى المناطق الساخنة وهذه المناطق يجب ايضا ان تشمل المعامل الساخنه ،ومنشآت انتاج النظائر ومنشآت مانعات التلوث .

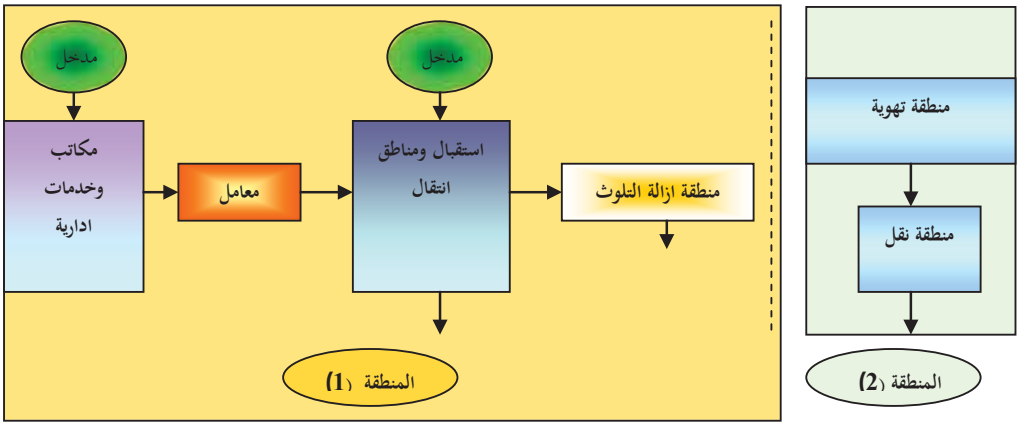
2-3-8-3 مواصفات التصميم للتحكم فى اضرار الاشعاع

تصمم المبانى والمنشآت بمواصفات خاصة للتحكم فى اضرار الاشعاع وكما يلى تصنيفات منطقة التلوث الاشعاعى مع تغيير ملائم لنظام تهوية الغرف مع انظمة انذار فى :

- منطقة التلوث الاحمر يستخدم فيها نظام واحد مزود بمرشح عند مستوى السطح يعطى 8 تغيرات هواء/ساعه .
- منطقة التلوث الازرق يستخدم نظامان ،واحد متغير الهواء 6مرات /ساعه فى المعامل وغرف التغيير والاخر 4 مرات تغيير هواء فى المبنى الرئيسى ،مع العادم المرشح عند مستويات السطح .
- مناطق التلوث الابيض هى منطقة تكييف الهواء يكون ضروريا .

- دخـول وخـروج الاشـخاص والـزوار للمنشـأة مـن خـلال رواق دخـول مركـزى ومنطقـة اسـتقبال ملاصـقة،ويتم اضـافة معـابر دخـول منفصـله الـى منـاطق محكومـة الاشـعاع،والمناطق المعقمـة النظيفة،ومناطق المكاتب .

ولعمليات الافراد فى منطقة النظائر المشعة ،ويضاف مدخل مركزى من خلال غرفة الفزياء الصحية مع غرف تغيير ملاصقة،وفى منطقة المعامل المشعة حيث يتطلب ملابس نظيفة توجد غرف تغيير الملابس عند المداخل، ويحاط المبنى بمنطقة ممهده باتساع 10 متر فى نهاية المبنى وعرض 15 متر عند كل جانب للمبنى وهذا يسمح بسطح تنقل جيد للسيارات،ويوضح ذلك الشكل (33) .



شكل (33) رسم تخطيطى يوضح العلاقه بين مكونات المراكز البحثية واتجاه مسارات الحركة المقترح ومسافة الفصل بين المناطق المختلفة حسب نشاطها الاشعاعى

2-3-9 الاسس والمقاييس المستخدمة فى تصميم المعامل المشعة (32)

مـن الدراسـات السـابقة امكـن التعـرف علـى بعـض الاسـس والمقـاييس المسـتخدمة فـى تصـميم المعامـل المشـعة، مـن حيـث الوظيفيـة فـان المعامـل المشـعة قليـلا مـاتختلف عـن اى معمـل كميـائى عادى فطبيعة المادة المشعة المتداوله ونوع العمل الجارى فى المعمل سوف يحدد التخطيط المرتب له،نوع الانشاء،والعمليات الوظيفية للمبنى.

وهناك عوامل مختلفة تؤثر على تصميم لمشروع فى تحقيق مثل هذا الهدف يتراوح من اختيار المكان الـى طـرق التنظـيم والادارة المشـروع المتكامـل،وبعض مـن هـذه العوامـل والتـى تـؤثر فزيائيـا علـى التصميم.

2-3-9-1 الموقع :

مبنى من هذا النوع يجب الايقع فى او بالقرب من منطقة انشطة سكنيةويفضل ان يكون فى مناطق نائية ولكن مع مراعاة ان تكون قريبه من وسائل النقل لتسهيل حركة العملين،وسهولة نقل المواد المشعه والنفايات من والى الموقع بطريقة آمنه.

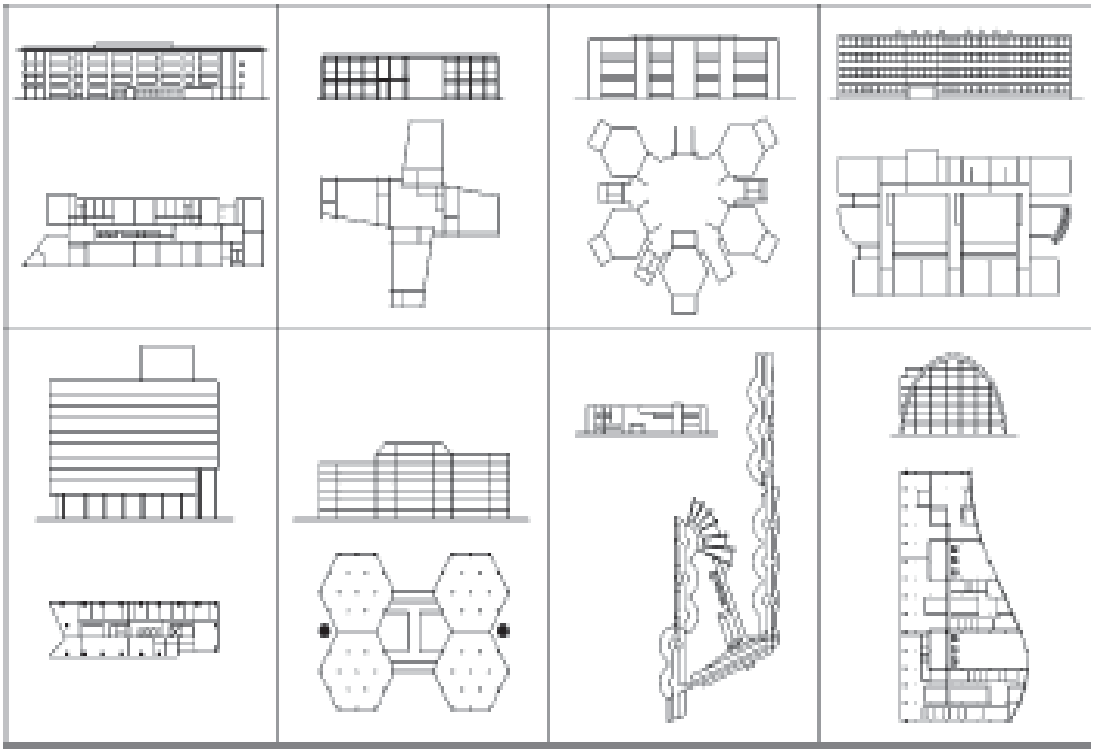
2-3-9-2 خصائص المكان:-

دراسة الموقع المفترض للمعامل المشعة ذو اهمية فالموقع المقترح لايفضل وجوده فى اودية كبيرة ما يفضل ان يكون اختيار الموقع عى مناسيب كنتورية اعلى وهذا يكون له علاقة لانتشار الابخرة العادمة المشعة على المدى البعيد،فى هذه الحلات حيث تكون هذه الادخنة مركزة فانه من الضرورى وجود مداخن عادم على منسوب حوالى 10: 20 متر من اعلى سطح للمبانى المجاوره .

2-3-9-3 المرونه فى التصميم :-

يفضل ان يكون هناك مجالا للامتداد ومرونة فى التصميم والتخطيط للتوسعات المستقبلية فى مراحل التصميم الاولى كما يوضحه الشكل (34) بعض اساليب التخطيط للمراكز البحثية .

ويؤخذ هذا فى الاعتبار ويطبق على جميع المواقع سواء الحضرية او الريفية او المدنية،ولكن فى مناطق المدن الاحتياج يكون اكثر وضوحا،واهمية التزود بالاتساع والتمدد تكون ضرورية عندما نتحقق من ان التغيير والنمو هو تقريبا الاوجه المتوقعة فقط للمشروع النووى.



شكل (34) يوضح بعض اساليب التخطيط للمراكز البحثية

2-3-9-4 التنسيق واللاندسكيب

علاقة توجيه المباني بالأشجار الموجودة وإعادة زراعة أشجار اضافية يمكن ان يسهل حماية المبانى من الرياح السائدة،والانتشار الكبير اللاحق للعادم والادخنة المركزة من المعدات على الاسطح فالتنسيق يعطى ابعاد معمارية خصوصا فى المشاريع الاشعاعية .

2-3-9-5 التصنيف :

المعامل المشعة يمكن ان تصنف تبعا لسمية المواد المشعة المستخدمة،والعلاقة بين الكميات المتداوله فى الاوجه المختلفة ونوعية التشطيب والمنشآت المتاحة ويمكن تقسيم المعامل المشعة الى ثلاث انواع (5) :-

النوع الاول

مصمم خصيصا للتعامل مع كميات كبيرة من المواد المشعة ، من الضرورى فيها استخدام مكيفات الهواءويتم بطريقة ترشيح للهواء الخارج وادخاله خزانات فى نظام نفايات منفصل ،ومعظم المعامل من هذا النوع تقع فى مراكز البحث الاشعاعى .

النوع الثانى

كمية الاشعاع المتداول فى هذا النوع من المعامل يكون اقل من ذلك المستخدم فى النوع الاول ، فهو معمل مصمم خصيصا للنظائر المشعة ،وعموما فمن المقبول ان نوعية عالية من المعامل الكميائية تكفى مثل نوعية المعمل من النوع الثانى بشرط ان مسطحات العمل ذات مواصفات خاصة ودواليب الادخنة وتهوية كافية.

النوع الثالث

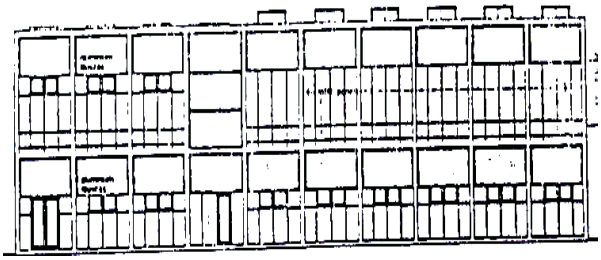
وتشتمل على تطوير للمعامل الكميائية التقليدية،فى مواد النهو واسطح المعامل ذات مستوى اشعاععالى،من ناحية اخرى فان الوكالة الدولية للطاقة الذرية اقترحت شكل آخر من التصنيف لمناطق العمل يعتمد على تقسيم المناطق،وهو ادخال المناطق فى التصنيف وليس المعامل البسيطة،والنموذج المثالى فى تصنيف مناطق العمل،وتكون مصممة كالتالى :-

1. المنطقة البيضاء: وفيها لايوجد اشعاع او اضرار تلوث (المكاتب – الناحية النظيفة من غرف التغير – المدخل الرئيسى) والدخول لهذه المنطقة غير محظور .
2. المنطقة الخضراء : لايوجد اشعاع او اضرار تلوث بكثرة لمستوى محدود ، والدخول الى هذه المنطقة يتطلب تغيير بسيط فى الملابس وغطاء للقدمين، مع مسح بسيط لوجود مواد مشعة (المعامل – غرف التحكم – الطرقات ما بين المعامل) .
3. المنطقة الصفراء : وفيها احتمالية الاضرار من التلوث الاشعاعى اكبر من المنطقة الخضراء ، لان الترتيب الفزيائى للمواد المشعة والتشغيل يتم فى هذه المنطقة،كما يتطلب فيها تسجيل الاشعاع ومستوى التلوث بها،وهناك اهتمام خاص لمراقبة الهواء ، وحركة الاشخاص بين المنطقتين الاولى والثانية يتطلب عادة تغيير فى الملابس ومتابعت المراقبة الاشعاعية.
4. المنطقة الحمراء : وهذه مصممة كمنطقة مغلقة او محتواه فزيائيا، حيث يتداول فيها المواد المشعة ويتم كشفها والتعامل معها ،واحتمالية المضار من الاشعاع والتلوث فيها كبيرة،والدخول لها ممنوع اثناء العمليات العادية وعادة يسمح فقط بالدخول بعد ازالة مصادر الاشعاع واجراء

التطهير الضرورى،ويجب فيها ارتداء ملابس واقية خاصة واجهزة تنفس ، كما يوصى بها اخصائى الوقاية الاشعاعية ، مع مراعاة تحديد فترة المكوث داخل هذه المنطقة.

2-3-9-6 ارتفاع المبنى:

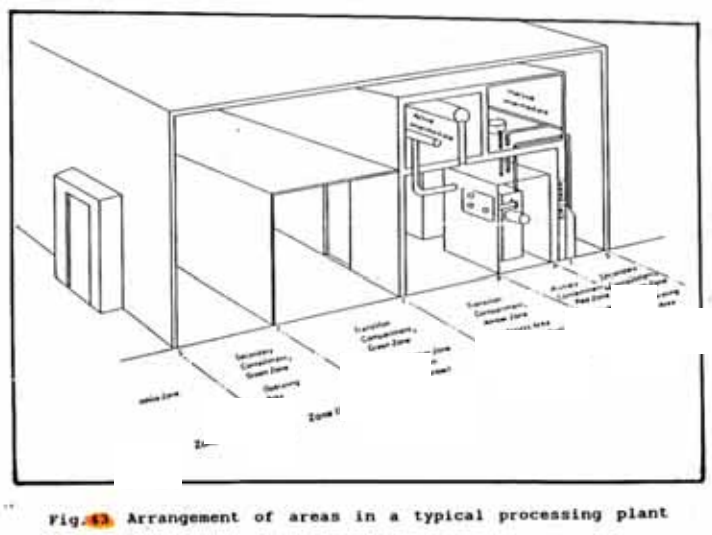
المبنى متعدد الاغراض يعتبر عادة غير مناسب للمعامل المشعة، ويتوقف هذا على نوعية العمل المدار فى هذه المعامل ،والارتفاع المعتاد فى المعامل المشعة يكون من اثنين الى ثلاث طوابق، ويبين الشكل (35) امثلة من بعض المراكز البحثية يوضح الارتفاع فى للمبانى ثلاثة ادوار.



شكل (35) يوضح رسم كروكى لمبنى ابحاث متعدد الطوابق

تصميم المعامل

2-4-1 خصائص تصميم المعامل



الغرف والمعامل فى وحدة النظائر المشعة يجب تجميعها معا فى وحدة واحده لتقليل احتمالية انتشار التلوث الاشعاعى الى مناطق كميائية غير مشعة يوضحه شكل (36)، ووضع المعمل فى الادوار العليا للمبنى يعطى ميزة توفير اطوال انابيب العادم للادخنه للوصول للسطح، فى حين ان الدور الارضى من جهة اخرى سوف يتطلب خطوط صرف اقصر من الاحواض الى المجارى.

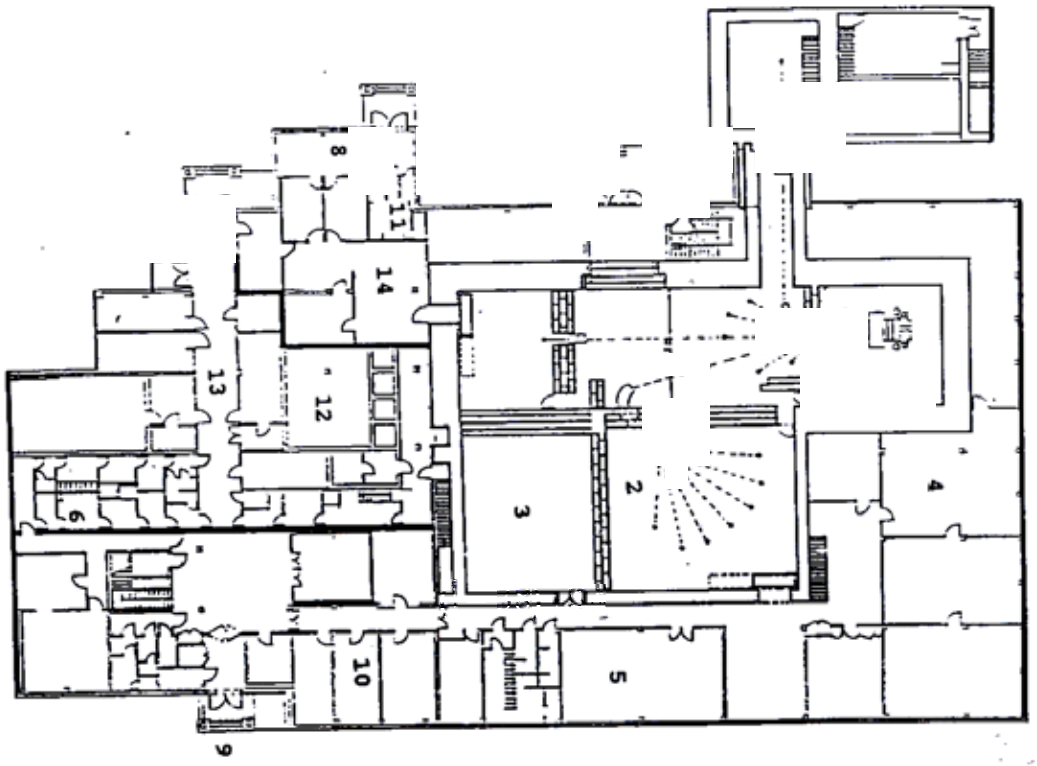
شكل (36) يوضح رسم كروكى لنموذج لتجميع الوحدات المشعة لتقليل احتمالية انتشار التلوث الاشعاعى

وفى معمل النظائر المشعة نجد انها تفصل تبعا لمستويات النشاط الاشعاعى والمخطط السابق يوضح هذا الفصل .

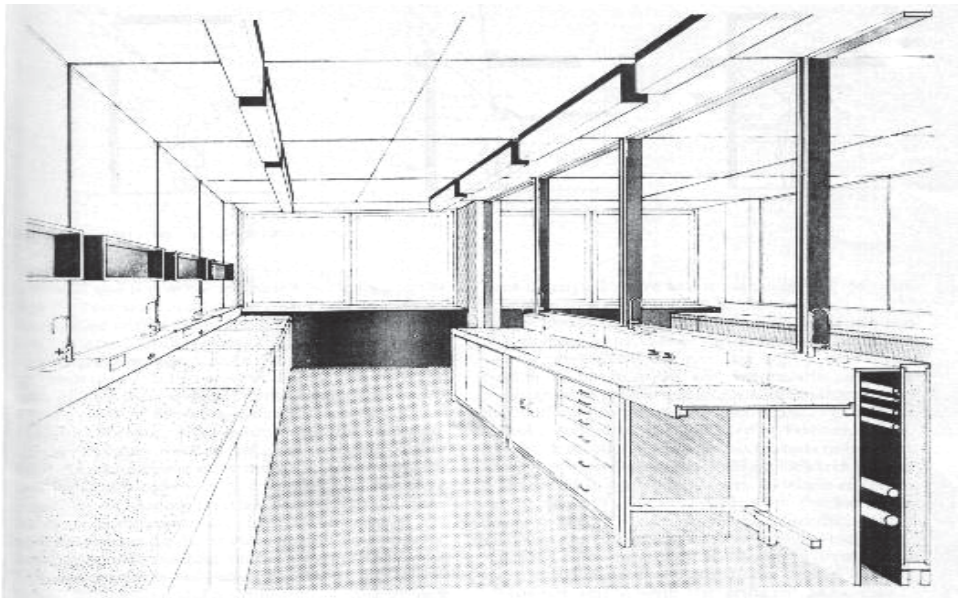
طبيعة النظائر ونوعية البرنامج المستخدم،وفيما يلى بعض الامثلة لانواع مختلفة من المعامل المشعة كما فى شكل (37) .

غرفة المعمل المفردة المبينة فىالشكل (37) تخطيطيا مناسب فقط للعمل على مستوى الميكرو كورى او اثار النشاط الخفيف،ولكن بالنسبة للعمل على مستويات اعلى من الاشعاع فيقترح عزل اكثر تعقيدا للعمليات داخل الغرف بدلا من المناطق.

وهناك نماذج للمعامل ذات الوقاية الاشعاعية شكل (38 أ – ب – ج - د)



شكل (38 – ب)



شکل (38 – ب)

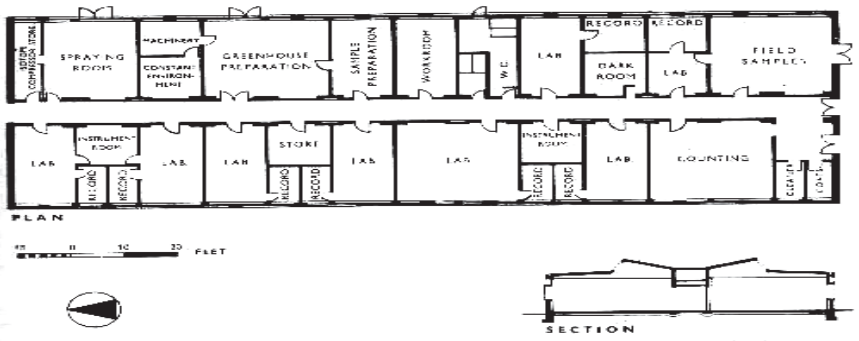
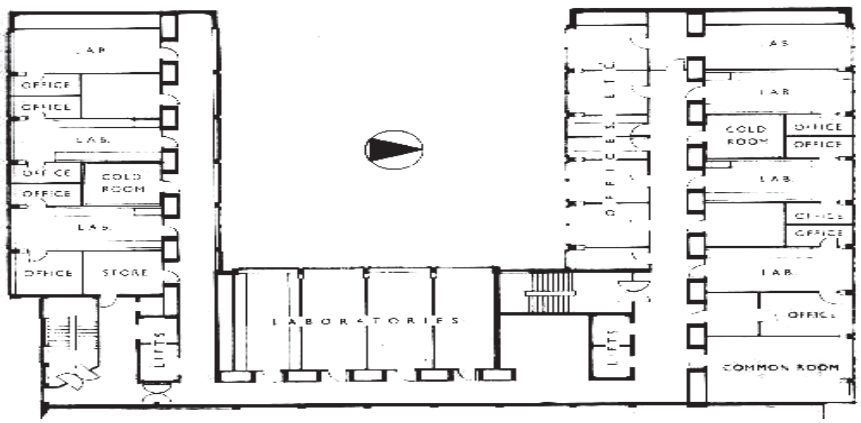


Fig. 43. Radiobiological research laboratories for the Agricultural Research Council at Letcombe Regis.



شكل (38 –د)

2-4-1-1 المداخل والمخارج

توجد بعض المتطلبات الخاصة للمداخل الى فراغات معمل النظائر المشعة، ومنشورة بمقاييس الامان المطابقة والكودات فى رابطة الوقاية الوطنية NFPA وفى ادارة الامن الصناعى والصحة بالولايات المتحدة الامريكية OSHA.

وهذه تقرر المتطلبات العامة لعدد المخارج ، اتجاه حركة الباب ، وحركات الباب المسموح بها لعبور المداخل والخصائص الرئيسية ملخصة فيما يلى :-

مطلوب على الاقل مخرجين لكل معمل ،ان يكون للمعمل مخرج به فتحة خاصه على منطقة منفصلة،والمخارج يجب ان تكون فى وضع يزود بمعابر منفصلة لطرق التفريغ، فحين يحدث مشكلة استخدام مخرج واحد فان الطريق البديل وآمن لخارج المبنى،ويجب ان تفتح ابواب المخرج فى اتجاه الخارج حتى لايؤدى الى لعرقلة السير للاشخاص المندفعين فى مواجهة الباب فى حالة

الطوارىء،ومسموح بالواح زجاجية من 4 متر اواقل فى ابواب مخارج المعمل المستخدم ايضا فى الوقاية من الحريق، فهى تساعد على عدم التصادم للاشخاص الداخلين والخارجين.

والزجاج يجب ان يوضع منخفض بشكل كاف بحيث يمكن رؤية الاشخاص ، واقل ابعاد لابواب الخروج هى 1.20×3.20 متر و 1.5×3.20 متر ذو مقابض تعمل بشكل اسهل فى حالة الطوارىء لتسهيل الحركة داخل وخارج المعامل للاشخاص على المقاعد المتحركة .

2-4-1-2 مواد التشطيب (17)

اثناء انشاء المعامل المشعة يوجد مقاييس محددة للمواد المستخدمة وخصوصا فى تكوين الاسطح الخارجية وهذه يجب ان تكون :

- ملساء وغير مسامية وخالية من الشقوق.
- خاملة كميائيا وفزيائيا.
- مقاومه للمواد الكاويه.
- مقاومه للحرارة.
- غير قابلة للبلل وتشرب المياه.

الاسطح بهذه الخصائص تسهل عدم التلوث وتيقى النشاط ضعيف ومن اهم انواع التشطيبات الخاصة بالمعامل المشعة :

2-4-1-3 بياض جاما 600 للوقاية من الأشعة والمصادر السينية المشعة(10)

قدم المركز الكيميائى الاستشارى العربى أسلوب اقتصادى جديد للوقاية من المصادر المشعة والأشعة المؤينة باستخدام منتج جديد (بياض المحارة جاما 600) والمسجل بأكاديمية البحث العلمى تحت رقم 11 سنة 1986 وذلك بديلا عن شرائح الرصاص التقليدية بمكافىء كل 2.5 سم من المحارة تكافىء 1.3 مم رصاص ويحقق هذا الأسلوب وفرا اقتصاديا فى حدود 60 % من الأسلوب النمطى لشرائح الرصاص وبنفس الكفاءة للوقاية من المصادر المشعة المؤينة حتى قدرة 150 كيلوفولت . كما أنه يحقق عناصر الوقاية والأمان للعاملين والمترددين المعرضين لجرعات مختلفة من المصادر المشعة والأشعة السينية X-ray .

تم تنفيذ بياض جاما 600 المنتج بغرف الأشعة بمستشفى القوات المسلحة مصطفى كامل بالاسكندرية حيث قام المعهد القومى للمعايرة ومعمل القياسات الاشعاعية بالاشتراك مع خبير الوقاية وقسم الوقاية بمؤسسة الطاقة الذرية بقياس درجة العزل الاشعاعى التى تم تحقيقها باستخدام هذا الأسلوب الجديد . حيث أثبتت التجارب الميدانية والتجارب المعملية أن أفضل ظروف للعمل تحت أقصى معدلات تشغيل والتى يكون فيها نسبة احتمال التسرب الاشعاعى أقل ما يمكن تتمشى مع المعدلات المتفق عليها دوليا هى الحالة التى تكون فيها الجدران مغطاة بالمحارة على كلا السطحين بسمك لا يقل عن 2 سم عليها العينة الموصى بها بسمك (2.5 — 3 سم) .

مميزات بياض جاما 600 :

- طريقة جديدة للوقاية من أخطار الأشعة السينية والاشعاعات المؤينة باستخدام أنواعا حديثة من الخامات المصرية المحلية على هيئة محارات (بياض) .
- يتراوح سمك المحارة من 2 — 2.5 سم وتحقق وقاية بديلا عن شرائح الرصاص سمك 1.4 مم رصاص .
- تحقق وفرا فى المساحات الداخلية لقاعات الأشعة ووحدات العلاج بالاشعاع .
- تضاف هذه المحارات الى الخلطات الخرسانية لإنتاج خرسانة واقية من الإشعاع .
- تحقق عناصر الوقاية والأمان للعاملين وللمترددين على وحدات العلاج بالإشعاع وتحقق مزيدا من الأمان والوقاية للعاملين بهذه الوحدات .
- تعتبر هذه المحارات أسلوبا اقتصاديا ومبتكرا للوقاية من أخطار الأشعة السينية التشخيصية والعلاجية والمصادر المشعة المؤينة حتى 150 كيلوفولت .
- تعطى سطحا نهائيا ناعما قويا ومتجانسا خالى من التحبيب والنقر والتسييل وصالح لاستقبال جميع أنواع الطلاءات المختلفة (زيتية — سنتيتك — بلاستيكية) .
- يشكل بياض (جاما 600) حاجزا وقائيا ضد الأشعة السينية طبقا لنظريات الامتصاص والتثبيت والتفاعل الداخلى مع الجسيمات الصادرة من المواد المشعة وأشعة جاما والأشعة السينية .
- تحتفظ بياض جاما 600 بخواصها بامتصاص الجرعات المختلفة الساقطة عليها مهما كانت كميات هذه الجرعات وتحتفظ بخواصها الوقائية طوال عمر تواجدها على سطح المبنى .

- المواد الداخلة فى عملية تحضير وتصنيع هذه المحارات متوافرة محليا بأسعار معقولة لا تشكل أية خطورة على صحة العمال .

أسلوب الاستخدام والخواص الفنية للمنتج :

- تخلط هذه المادة مع الأسمنت البورتلاندى المطابق للمواصفات بنسبة 2 من المادة الفعالة الى 2 جزء من الأسمنت + 1 جزء من الرمل ، يقلب جيدا ويضاف كمية المياه اللازمة لعمل عجينة متجانسة وتستخدم فوق الأسطح المراد تغطيتها وطبقا لأصول الصناعة .

(2 شيكارة من المادة الفعالة : 2 شيكارة أسمنت : 1 شيكارة رمل) .

- تترك على الأسطح لمدة 24 الى 48 ساعة لتمام الجفاف .
- سمك طبقة الطلاء تتراوح ما بين 2.5 الى 3 سم .
- تحقق هذه الطبقة وقاية كاملة من الأشعة المؤينة بما يكافىء شرائح الرصاص بسمك يصل الى 1.3 مم رصاص نقى 99 % وباستخدام أجهزة أشعة من قوة 150 كيلوفولت و 500 مللى أمبير .

أ - تشطيبات الارضيات

فى المعامل المشعه ذات المعدلات المسموح بها من التلوث تستخدم المواصفات السابقة او ما يشابهها فى بعض الاحيان اما فى المعامل المشعة عالية الاشعاع يستخدم اغطية الارضيات القابلة للازالة والتغيير بسهولة ،ولذلك فان مشمع الارضية او الايبوكسى كما فى الشكل (39) تعتبر مناسبة ، وايضا تعتبر بلاطات السيراميك جيده .

شكل (39) يوضح احد نماذج التغطية بالايبوكسى فى احد المعامل للنظائر المشعة

ب - تشطيبات الحوائط

فى المعامل ذات النشاط الاشعاعى المنخفض تستخدم طلاء فوق حوائط مليسة بنعومه ، حيث مخاطر التلوث منخفضة،يعتبر الدهان المطاطى نوعية جيدة وهو سهل ازالة ما به من تلوث كما يظهر فى شكل (40) .

شكل (40) يوضح احد انواع التغطيات المختلفة من الدهان المطاطى الغير مسامى المناسب للمعامل المشعة

وللاغراض العامة فان الطلاء المتماسك اللامع هو المطلوب، اما الاغراض الخاصة فمن الضرورى استخدام الدهانات الخاصه وبلاطات السيراميك او الفنيل .

ج - تشطيبات الاسقف

يفضل تشطيب اسقف المعامل مستخدمين المواد التى تمتص الصوت، من الواح الفيبر المخرم او الجبسي الليفى المبلط كما فى شكل (41 -42)،اما فى حالات مستويات الاشعاع العالى يستخدم دهانات الرصاص او المطاط.

شكل (41 –42) يوضح امثله لتشطيبات اسقف المعامل من بلاطان الفيبر المخرم او الجبس الليفى

د - اسطح العمل

يوجد الكثير من مواد التشطيب لاسطح العمل ومناطق العمل منها:

- راتنجات الايبوكسى وهى ممكن ان تكون على شكل مادة مصنعه بسمك 1-2 بوصه ، اوعلى شكل دهانات او مونه ذات تسويه ذاتيه بسمك 1,5 – 5مم .

- الحديد الصلب يمكن استخدامه حيث يوجد غسيل مستمر او تعقيم ضرورى مثل داخل دواليب الادخنة.

شكل (43) يوضح نموذج للوحدات المستخدمة فى المعامل

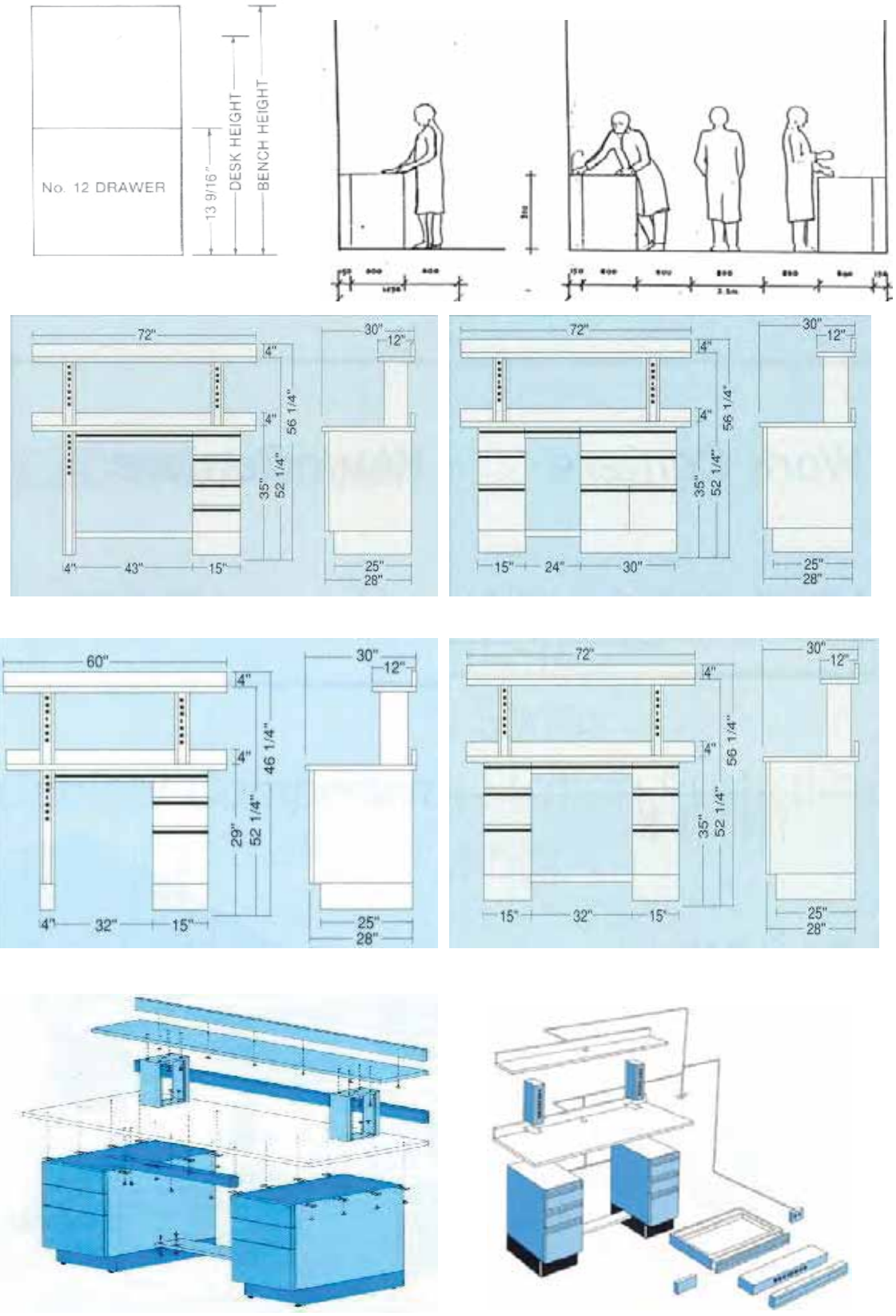
و - البنشات (طاولات العمل) (18)

البنش هو الاساس الرئيسى فى المعمل، والبساطه فى كلا من التصميم والتركيب ذات اهمية قصوى،والفراغ المفتوح له اهميته، وهذا النوع من الطاولات لايتطلب ادراج او دواليب اسفل منه سواء كان مثبتا فى الحائط او يقف حر فان التركيب يجب ان يكون له زوايا معدنية ،انابيب صلبه مع وضع فى الاعتبار اهمية ظهر البنش بالاضافة لكل التشطيبات السابق ذكرها .

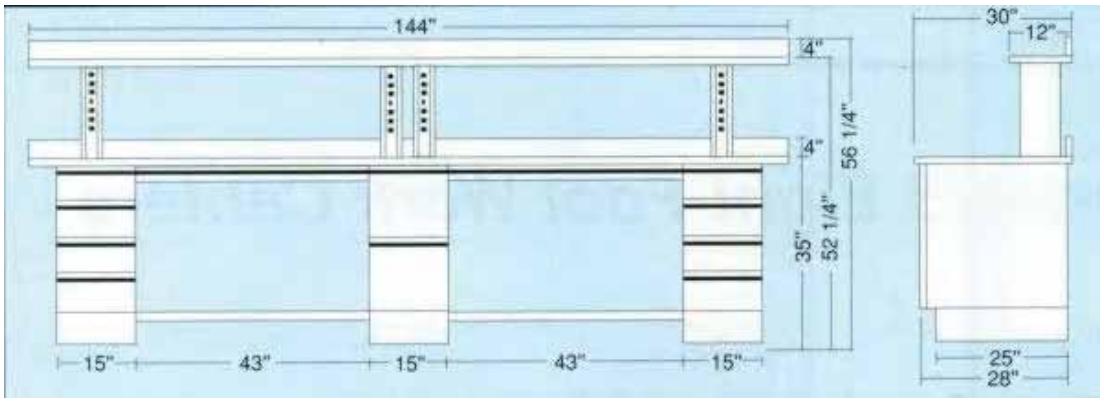
عمق البنش القياسى 2 قدم ،والارتفاعات التى توضحها الشكل (44أ-ب) مصممة فى المعمل لوضعين للجسم :

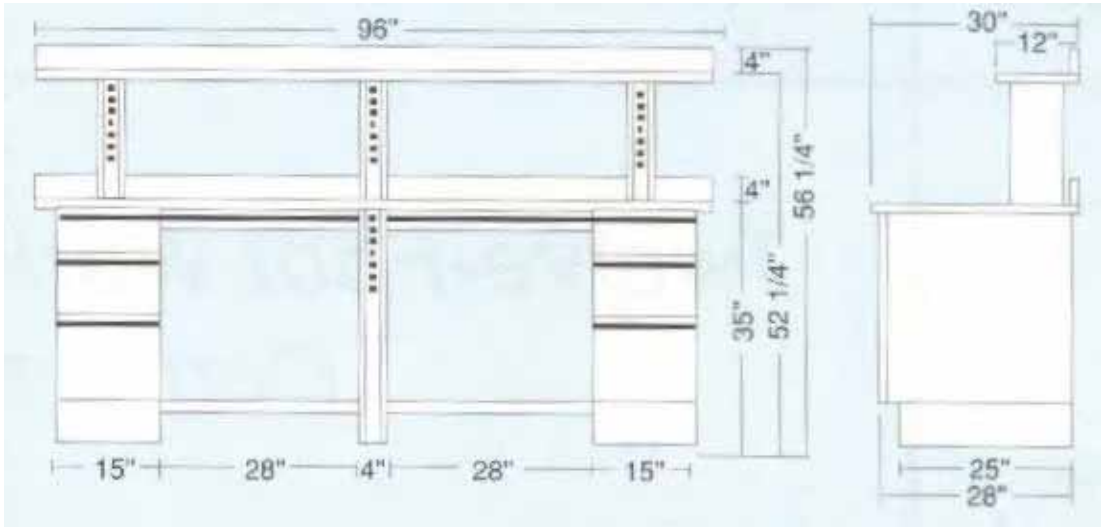
اولا العمل جلوسا وفيه الارتفاع بين 75-70 سم .

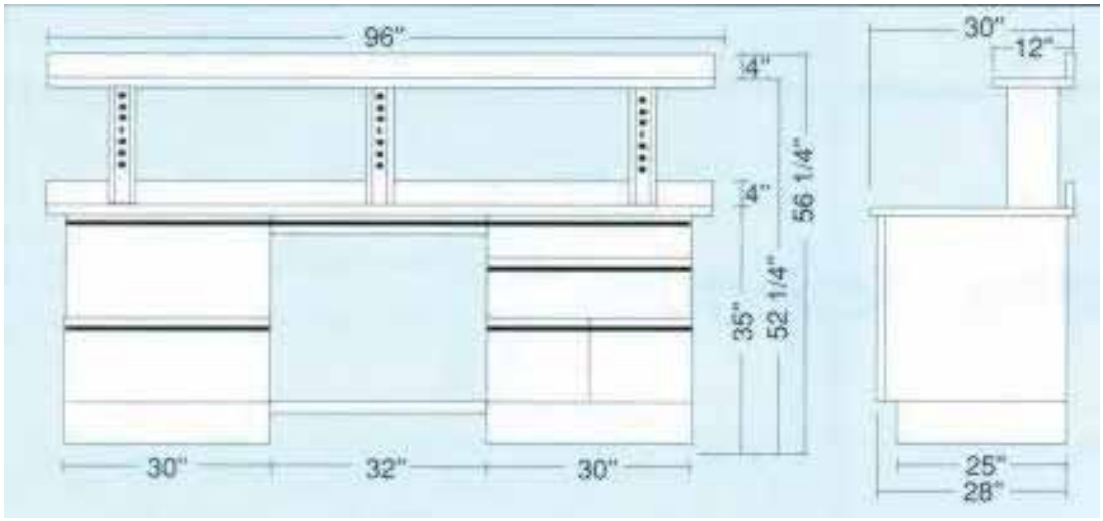
ثانيا العمل وقوفا وفيه الارتفاع بين 85-90 سم .



شكل (44-أ) يوضح الابعاد القياسية للوحدات المستخدمة فى المعامل


144"
4"
4"
56 1/4"
52 1/4"
35"
15"
43"
15"
43"
15"
30"
12"
25"
28"


96"
4"
4"
56 1/4"
52 1/4"
35"
15"
28"
4"
28"
15"
30"
12"
25"
28"


96"
4"
4"
56 1/4"
52 1/4"
35"
30"
32"
30"
30"
12"
25"
28"

(ب – 44)

ك - دواليب الادخنة

المداخن او دولايب الادخنة هى غرف مغلقة ذو باب نافذه او لوح منزلق ووسائل آلية لسحب تيار من الهواء من مكان العمل الى الداخل بسرعة كافية لمنع المواد المشعة او الادخنة الضارة

والسامة من الانتشار فى مكان العمل .

للتعامل مع مستويات منخفضة من الاشعاع،والكمية الفعلية المستخدمة تعتمد على نوع المادة المشعة وشكلها الكميائى والطبيعى،مجالات النشاط الاشعاعى المقترحة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية لدواليب الادخنة.

تهوية كبائن الادخنة مهمة جدا واقل سرعة من خلال فتحة كابينه الدخان يجب ان تكون نصف متر/ثانيه ،ويجب ان يحسب تيار الهواء الرئيسى عند التصميم باستخدام ضعف هذه السرعة اى 1 متر/ ثانية .

لاخراج كل الهواء المتولد داخل الغرفة والتى ليس لها نظام اخراج هواء،لذلك فمن المهم ادخال نظام تحويله بحيث يتم الاحتفاظ بتيار هواء متوازن فى كابينه الادخنة متى تكون مغلقه وموضح مثل هذا النظام التحويلى .

2-4-1-2 منشآت تخزين النظائر المشعة (42)

يجب ان تخزن النظائر المشعة بطريقة آمنه بحيث ان الاشعاعات لاتسبب ضرارا للاشخاص او تتداخل مع القياسات الدقيقة التى يتم اجرائها فى غرفة العد او مكان آخر ، ويوصى ان تخزن فى المعمل الحار او فى غرفة صغيرة ملاصقة للمعمل ومعزولة عن الغرف الاخرى.

وقد يستخدم قبو فى تخزين المواد عند مستوى نشاط عالى ،وقد يتكون مثل هذا القبو من من السبائك الراسية والافقية فى قوالب اسمنتية ، وتوضع النظائر المعباة فى زجاجات فى الثقوب الموجوده بالسبائك وتغلق بقوالب مدرعة من الاسمنت المسلح ،والحديد او الرصاص.

2-4-1-3 انظمة التخلص من النفايات المشعة

فى تصميم المنشآت المشعة ، هناك هدف واحد منه هو تقليل النفايات والاضرار الاشعاعية وتقسم النفايات من المعامل المشعة الى نفايات سائلة ،صلبة ، غازية، ولكل منهم طريقة خاصه للتخلص منها حسب مايوصى به مسؤل الرقابة الاشعاعية.

2-4-1-4 انظمة التهوية وتنظيف الهواء

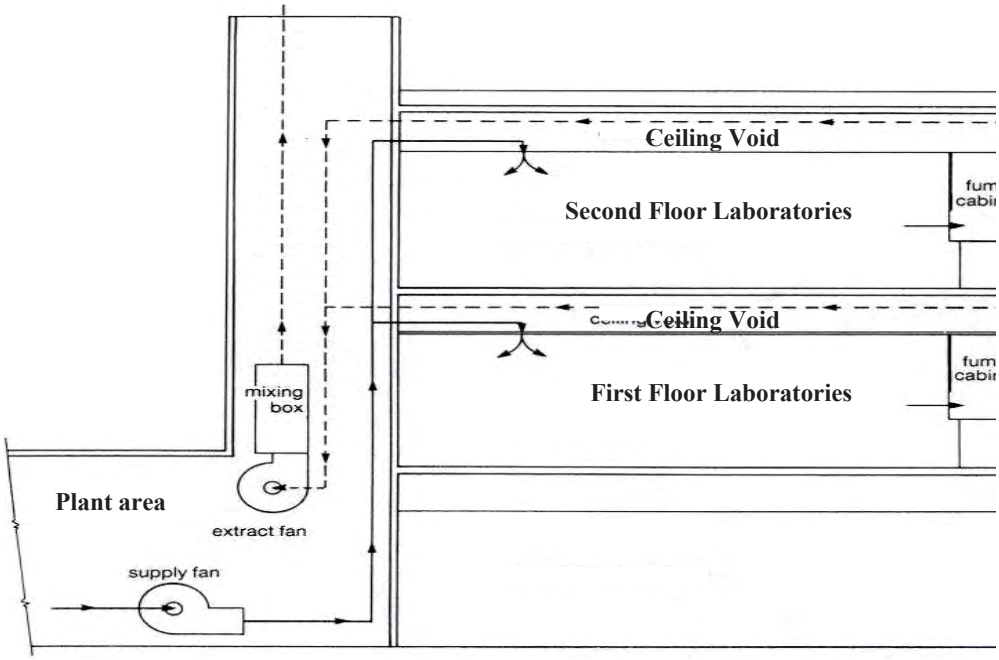
فى اى منشأة تتعامل مع المواد المشعة ، تعتبر انظمة التهوية والترشيح مكون متمم للنظام باكمله سواء لحماية الاشخاص او للصحة العامة من التلوث الاشعاعى،يجب ان يكون تصميم نظام التهوية مؤسس على تقدير الاضرار الكامنة ،ويجب ان يأخذ فى الاعتبار العلاقة بين المناطق المحددة 1-2-3-4 ، والقواعد الاتية لتصميم التهوية للمنشآت المشعة يجب ان تؤخذ فى الحسبان.

- تيار الهواء يجب ان يكون من مناطق ذات اشعاع اقل الى مناطق ذات اشعاع اعلى ، وكل منطقة ذات نشاط اعلى يجب ان تحتفظ بضغط سلبى بالنسبة للمنطقة السابقة لها.

- تيار الهواء الكلى خلال النظام من المدخل الى المخرج فى المناخ الجوى يجب ان يخفض من اجل تقليل عدد المرشحات التى سوف يتم تغيرها كنفايات مشعة.

- يجب التزود بهواء نقى بكمية كافية لاماكن العمل من اجل التزود بظروف مقبوله للصحة المهنية.

- يجب ان يتم الامداد بمعدل اخراج الهواء بشكل كاف الى الفتحات الخاصة بالادخنة كما فى شكل (45) (13)وفى ظروف الحوادث يجب ان تكون انظمة التهوية قادرة على الاحتفاظ بتيار من الهواء الداخل من خلال كل طرق التسريب الى المناخ الجوى،مع الاخذ فى الاعتبار اتجاه وسرعة الرياح خارج المبنى والسابق دراستها .



شكل (45) يوضح رسم تخطيطى لاسلوب عمل نظام التهوية للمعامل بالمبنى

2-4-2 التصميمات الحديثة بالمعامل فى الولايات المتحدة الامريكية :

يتجه الان المعماريون الى الاهتمام ببيئة العمل وكما لوحظ ان التصميمات ذات الطاقة الفعالة كثيرا ما تكون قادرة على اعداد معامل نموذجية،كما ان هناك اتجاه مميزا باستخدام نظام مساحة الاراضى الممتدة وهذا اتجاه عام بين المعامل وبادخال الطبيعة فى تصميم اماكن المعامل سوف يخلق بيئة عمل مريحة ومبهجة .

ففى احدى الحالات الدراسية :

فى معامل NBS " المعهد الصحى الوطنى " شكل (46) كمثال لها اراضى فضاء ومناطق غابات ومناطق مفتوحة وبحيرات صغيرة وهى تؤدى بدورها الى اشاعة جو من السعادة والراحة للعالمين خلال جميع الفصول . فداخل مبانى المعامل امكانية فراغ للمكاتب منفصل عن فراغ المعامل وهو مظهر مرغوب فيه فى تصميم المبانى البحثية .

شكل (46) يوضح محاكاة لاحد معامل المعهد الصحى الوطنى بامريكا

وبعض العناصر الاخرى مثل غرف الاجتماعات والمكتبات والمكتبات والكافتيريات وبعض المناطق الخاصة كلها تتطلب اقتراب فعال وانسانى لتصميم المعامل كما نرى فى شكل (47)، وقد وضع المعهد الصحى الوطنى اقل مساحة لعمل الابحاث 65% واليوم هذه النسبة اقل خصوصا فى

المعامل الخاصة هكذا لايوجد فاقد حقيقى فى استخدام الفراغ المتاح ، كما ان التصميمات الحديثة تمد باضافة خاصة للمعاقين فى المداخل والسلالم.

شكل (47) يوضح تصميم الاضاءة الداخلية للمعامل وقاعات الاجتماعات والمحاضرات

2-4-2-1 تصميم المعامل المرن

تصمم المعامل كى تكون داخل المبنى بينما المكاتب وانظمة التحكم الحرارى خارج المبنى ومبانى المعامل ذو الاغراض العامة تتكون من معامل والعديد من المكاتب . والمعامل معد له كل واحد 25 م2 ومقاطع الحوائط مركبة من الصلب والقواطيع سهلة تحريكها ونقلها ليناسب احتياجات المعامل .

والجزء العام الداخلى مكون من اربعة معامل متجاورة على ممرات ذات مخارج عمودية تحتوى على انابيب العادم لكل واحدة منفردة لكل ثلاث او اربعة طوابق ، ويحتوى الطابق العلوى على معدات المبنى الميكانيكية ويوجد مخارج محصورة بين مداخل الابواب والوحدات من اجل كل خدمات التعامل .

تمتد التجهيزات والخدمات للمعامل عبر القواطيع وفى عدم وجود مثل هذه القواطيع ممكن تقديمها خلال نفق مبنى فى الارضية ، وهكذا فكل معمل قد يقبل او يرفض اى خدمة بشكل مستقل بالكامل عن اى معمل آخر.

وتقدم الخدمات للمعامل من خلال الارضية من خلال السقف الصناعى للمعمل المرتفع عن الارضية اسفل منها ويبنى ممر للخدمات فى الحائط الخارجى للمبنى بمدخل رأسى لخدمات المعمل وتتجه بعض المعامل نحو المعامل المفتوحة ، واتجاه آخر يستخدم فى معهد جوناس – كاليفورنيا وهو الاستقلالية لمستويات عالية محصورة بين الادوار لتمد خدمات المعمل للفراغ الداخلى اعلاه واسفله وهى تتميز بالحرية الكاملة فى اعادة ترتيب فراغ المعمل وهو الاتجاه السائد الان كما انها تتوافق مع التصميم المعمارى المناخى.

ومن ذلك يمكن القول ان كثير من العوامل وتشمل الطاقة والامان والتوزيع والتكلفة ادت الى تغيير كبير فى التصميم ففى مؤسسة NBS (المعهد الصحى الوطنى) ادت الى هذه التغيرات الى تصميم معامل كبيرة ولكن اقل مرونة ، وهناك ايضا تغيير من لمعامل الفردية الى معامل اكبر واكثر حداثة ومشتركة فى الخدمات ، وللحفاظ على الطاقة ومتطلبات الامان بدأ الاتجاه نحو تصميم معملى اكثر انفتاحا ومرونة ، فنجد المعامل الحديثة يراعى فيها ترشيد استهلاك الطاقة من خلال التصميم المناخى المتوافق مع البيئة المحيطة .

ومن التحليل للتصميمات نجد ان كل تصميم للمراكز البحثية يسلك شكل مختلف ويجب اخذه فى الاعتبار بشكل منفرد فالنتائج التى يتم الحصول عليها من مبنى الفزياء غير النتائج التى تم الحصول عليها من مبنى الكمياء .

وفى حالة تصميم احتياطات الامن والسلامه على سبيل المثال الهروب من الحريق وجد ان

- العامل الاساسى عند تصميم وسائل الهروب ، ليس فقط مسافة الانتقال للاشخاص ولكنه يكون معدل التهوية واتجاه حركة الهواء داخل المبنى .
- من النادر ان يؤخذ فى الاعتبار مستوى الاشغال المحيط بمنطقة المشاكل واشغال المناطق الملاصقة ولكنها مسألة ذات اهمية قصوى .
- وتوضح التجارب الاهتمام فقط بالمبنى من وجهة نظر التصميم وفى بعض الاحوال فأن التصميم يتعارض مع تراخيص الامان المطلوبة ، ولكن من وجهة نظر الاختصاصيين المحليين الملمين بالظروف المحلية والمشاكل المحلية انه يجب التفكير فى متطلبات الامان فى مرحلة مبكرة عن مرحلة التصميم .

2-4-2-2 الاعتبارات المناخية لتصميم المراكز البحثية (20)

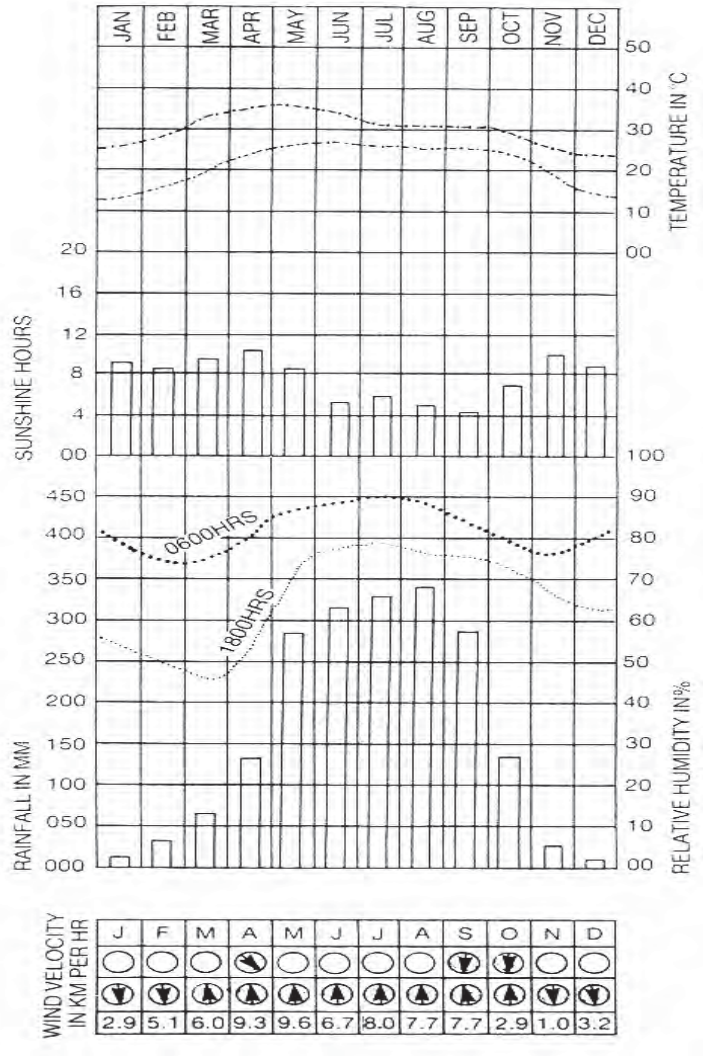
اولى الفروق الاساسية التى يجب اخذها فى الاعتبار لتصميم المراكز البحثية فى المناطق الحارة وغيرها هى المناخ، فالمناخ يختلف بين النقيضين حار جاف وحار رطب وبين دافىء الى بارد كما يبين الشكل (48) غالبا ما يكون :-

1. المناخ الحار جاف

على مدار العام يكون هناك بعض الرطوبة، والمناخ الساحلى تكون بها نسبة الرطوبة عاليه نسبيا على مدى اشهر عديده من السنة عندما يكون الرياح السائدة تعبر البحر ، وهو يسمى المناخ البحرى الحار الجاف.

2. المناخ الحار الرطب

مما سبق نجد انه من الضرورى ان يكون هناك معلومات شهرية متوفرة لعام كامل لفهم المناخ والتغيرات الموسمية ، فحرارة الهواء وسقوط المطر والرطوبة النسبية وساعات سطوع الشمس واتجاه وقوة الرياح السائدة تقدم تصور كامل يمكن استخدامه لتوضيح للمصمم كيفية تصميم المعامل التى يجب تكيفها للحصول على البيئة الداخلية المطلوبة.



والرسم البيانى (48) يوضح البيانات المناخية المطلوبة للتصميم من مستوى وفترة الاشعاع الشمسى،درجات الحرارة الشهرية،الرطوبة النسبية،معدل الامطار واتجاه وسرعة الرياح .

وعلى ذلك فمن العوامل الخارجية التى يعتمد عليها الاستجابة البشرية للبيئة الحرارية درجة الحرارة – الرطوبة – الاشعاع الشمسى – حركة الهواء وكذلك العوامل الفردية مثل الملابس والنشاط ودرجة التأقلم والعمر والنوع .

لذلك فتقييم البيئة الداخلية للمعمل عملية معقدة،ويميز المعمل بان له متطلبات خاصة من الحرارة والرطوبة ، وهذا المدى يمكن تحديده كمنطقة راحة حرارية مطلوبة وتقارن بالمعلومات من الطقس الخارجى لمعرفة متى نزيد او نقلل الحرارة .

ومع ان زيادة الحرارة ملحوظ حدوثها بشكل شائع فى المناطق الاستوائية اكثر من نقص الحرارة فانه عادة من الضرورى التبريد عن طريق الوسائل الالية اكثر من الاعتماد على التصميم البيئى لجعل تصميم المبنى قادر بنفسه لانتاج البيئة الداخلية المطلوبة.

ويوجد كذلك ادوات سلبية والتى لها قبول عالمى مثل " الكاسرات الشمسية " والذى يمنع الدخول خلال النوافذ او الفتحات الاخرى من الاشعة المباشرة الى داخل المبنى ، وتصمم الكاسرات الشمسية بدون اى صعوبات حيث ان زاوية الشمس يمكن توقيعها فى اى وقت من العام وفى اى اتجاه للمبنى ، وتصمم بحيث تكون عاكسه لادخال اقل قدر ممكن من الاشعاع الشمسى وهى منفصلة عن استخدام الزجاج المضاد للشمس لانها مكلفة وغالبا ما تكون صعبه فى احلالها عند التلف ، وقد يكون فى بعض الاحوال لايمكن للوسائل السلبية بمفردها خلق ظروف الراحة الحرارية المطلوبة خصوصا عندما تنتج الحرارة فى الداخل من الناس او من التجارب العلمية والاجهزة نفسها.

وفى الاجواء الحارة الرطبه يكون حركة الهواء مطلوبة من اجل تبريد سطح الجلد عن طريق التبخير وكلما زاد حجم الهواء المطلوب لتحقيق التبخير. والتهوية الطبيعية يمكن ان تنتج من التخطيط الصحيح وتصميم الفتحات فى الحوائط الخارجية وعادة ما تزود باستخدام المراوح الكهربائية .

اما فى الاجواء الحارة الجافة فان الهواء الساخن الخارجى يمكن دفعه بالمراوح الكهربائية من خلال فلتر مصنوع من الياف خشبية والذى يظل دائما مرطب برشاش ماء ، ويبرد الهواء بالتبخير قبل مروره للداخل ويسمى الجهاز المبرد للهواء .

وهذا المبدأ هو نفسه المستخدم فى الكثير من الوسائل التقليدية فى الشرق الاوسط مستخدمين دفع الرياح بدلا من المراوح الكهربائية، مع ملاحظة ان هذه الطريقة قد تكون غير مؤثرة لو ان الهواء الخارجى ذو رطوبة عالية ويمكن اغلاق رشاش الماء خلال المواسم الممطرة مستخدمين فقط المروحة لدفع التهوية، وهو مفيد فى المناطق الحارة الجافة والتى فيها مواسم قصيرة من الامطار والرطوبة.

ولو كان المطلوب تكييف هواء كامل فانه يوجد انواع وحدات صغيرة والتى يمكن تثبيتها على الحائط الخارجى وهى مناسبة للفراغات الصغيرة نسبيا ، مثل غرف التحضير للمواد المعملية والمخازن والمكاتب وغرف الابحاث.

ولو كان الفراغ المراد تكييفه كبيرا فانه يتطلب وضع جهاز مركزى مع توزيع للانابيب للهواء البارد، وكبديل لهذا فانه يمكن توزيع ماء بارد خلال مواسير معزولة بوحدات دفع هوائى منفرد وهذا النظام يعتبر اكثر اقتصاديا.

ويعتبر الغبار فى المناطق الجافه والحاره يمكنه اتلاف المعدات وخلق مشاكل صحية ويتطلب حاجة مستمرة لتنظيف المعامل، والاحكام الجيد للابواب والنوافذ وخلق فرق ضغوط قد يساعد فى تقليل هذه المشكلة .

2-4-2-3 خصائص المعامل حسب التخصص

أ- معامل الابحاث الكميائية

يتضمن خزانات للادخنة – تكييف هواء من خلال السقف وامداد هواء اضافى يدخل المعمل من غرفة مباشرة اعلى واجهة خزانة الابخرة ، وكل الهواء الداخل الى المعمل يخرج من خلال خزانة الادخنة بسرعة 5, متر / ثانيه ويدفع بسرعة عالية من خلال مراوح وانابيب موضوعة اعلى السطح . وتكون المعامل هادئة ومضاءة جيدا والنوافذ من الزجاج المزدوج ولها شباك حصيرة بين الطبقتين ومصممة لكى تفصل وتغلق حتى يمكن تنظيف الزجاج من داخل المعمل .

ب- معامل الكيمياء والفزياء الاشعاعية

تخليق المواد الكميائية خصوصا ذات النشاط الاشعاعى يجب اجرائه داخل صناديق خاصة مدرعة وذات اخراج هوائى جيد ومستقل ،وقد يتولد قدر من الحرارة من المعدات الكهربائية والالكترونية وافضل طريقة للتخلص منها بتركيب وحدات تبريد خاصة والتى تمتص الحرارة من الغرفة وتنقلها الى خارج المبنى مع عمل احتياطات (فلاتر) حيث تتركز الملوثات ، وقد يكون مقبولا ان تخرج مباشرة الى الجو الخارجى.

وتتم التهوية بشكل مبسط لنظام حركة الهواء للمبنى فيدخل امداد الهواء بنسبة 100% طلق على مستوى الارضية ويمر من خلال مبدل للحرارة ويدخل المعامل من خلال اسقف معلقة مثقبه،ويمر من خلال بنشات العمل ويتخلص منه من خلال خزانات الابخرة عبر الحائط الى الجانب المقابل من الغرفة .ومعدل العادم مصمم للاحتفاظ بسرعة 5, متر/ثانية على ارتفاع نافذة 5 متر ، مع الاخذ فى الاعتبار موقع المبنى والمبانى المجاورة (مع الاخذ فى الاعتبار الحدود الدولية المسموح بها للرقابة الاشعاعية وارتفاع الصرف بالمدخنة).

ويؤخذ العادم الى مروحة الضغط العالى عند قاعدة المدخنة وتخرج بسرعة عالية حوالى 10 مت / ثانيه على مستوى 20متر فوق خط السطح ، وتختصر السرعة الى النصف خارج ساعات العمل الطبيعية وتعرف باللون الاحمر فى سقف المعامل الرئيسية .

من التحليلات السابقة لتصميم المعامل فى الاجواء الحارة

- يجب توافر معلومات مناخية كافية.
- استخدام مواد بناء مناسبة للتفاعل مع المناخ الخارجى ليعطى افضل ظروف ممكنة للراحة الداخلية.
- يفضل استخدام ابسط الوسائل للتبريد او للتدفئة لتقليل استهلاك الطاقة .
- يجب خفض المعدات ومواد البناء المستوردة لاقل ما يمكن تكيفا مع الاحتاجات البيئية والعلمية للمعامل .
- قوة ومتانة معدات المعمل ومرونة الصرف .
- يفضل استخدام النوافذ الالومنيوم اقل تكلفة مستقبلا مقارنة بالخشب الذى يتطلب سقالات ودهانات وصيانة كل خمس سنوات .
- يفضل استخدام زجاج مزدوج لتوفير طاقة التدفئة .

2-4-3 ما تم التوصل اليه لتصميم المعامل

2-4-3-1 مرونة تصميم المبانى متعددة الطوابق (33)

قد يكون من الممكن تحقيق المرونة فى المبانى البحثية المتصلة من دور واحد أو دورين لكنها تصبح على درجة كبيرة من الصعوبة فى المبانى البحثية متعددة الطوابق،وبما أن هذا النوع ينفذ بكميات كبيرة ، أصبح من الضرورى التأنى بشدة فى عمليات التصميم والتناسق بين الفراغ ونوع الإنشاء حتى يتحقق مبدأ المرونة والذى يتسبب فى أداء أفضل لفراغات المعامل .

ويمكن إيجاد المعانى التالية فى تعريف كلمة المرونة

2-4-3-2 التكيف :

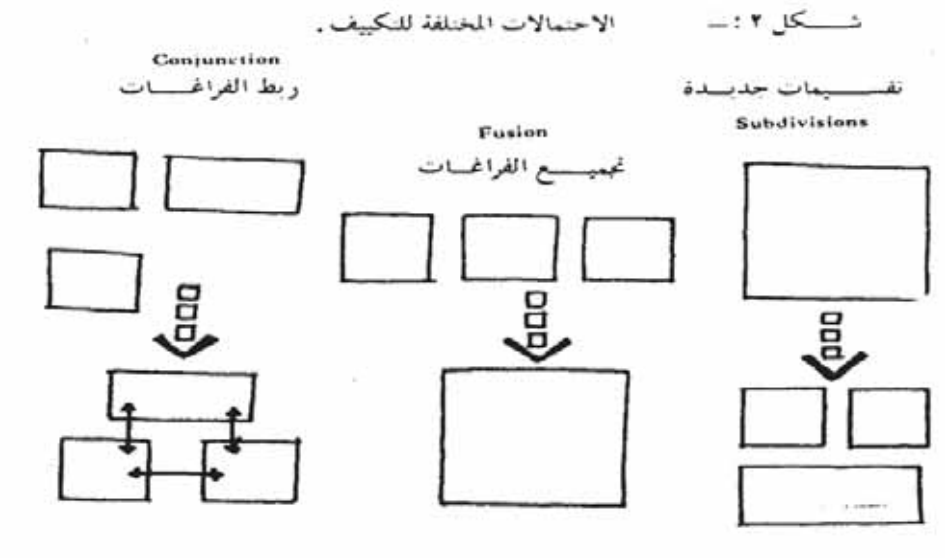
هى إمكانية عمل التعديلات الداخلية للفراغ لمقابلة احتياجات جديدة . ويكون ذلك بعمل تعديل فى أوضاع الحوائط الداخلية سواء بالإزالة أو الإضافة . وقد يمتد التعديل الى تغيير أوضاع التوصيلات الصحية إذا لزم الأمر . ويشمل هذا التعديل أيضا تغيير الطابع الفراغى والإنشائى للمعمل بعمل :

تقسيمات جديدة

تجميع الفراغات مع بعضها

ربط مساحات ببعضها

ويعتمد هذا النوع على إمكانية استخدام الحوائط المتنقلة والشرط الأساسى لاستخدام المرونة التكييفية هو بقاء الفراغ ثابتا من ناحية الحجم ، وعمل جميع التعديلات داخل فراغ المعمل .



2-4-3-3 المرونة :

هى امكانية عمل التغيير اللازم عن طريق زيادة ونقص مسطح المبنى ، وذلك بسبب التزايد والتناقص فى حجم العاملين فى مراحلها المختلفة . ويكون ذلك عن طريق :

2-4-3-4 الزيادة الفعلية :

وهى الزيادة الفعلية فى المسطحات المشغولة ، مثل استخدام البلكونات والتراسات كمسطحات عمل مغلقة ، أو الامتداد أفقيا فى الحديقة ويكون ذلك فى الدور الأرضى ، أو رأسيا ويكون ذلك فى الأدوار الأخيرة . ويخضع المبنى المطور لهذا النوع من المرونة . ولكن هذا النوع من الامتداد يعتبر غير عملى فى نوع المبانى متعدد الطوابق ، للقيود الواقعة عليه من جهة ثبوت المساحات إلا من فرص الامتداد فى الشرفات ، وهو ما يؤثر على الشكل الخارجى للمبنى .

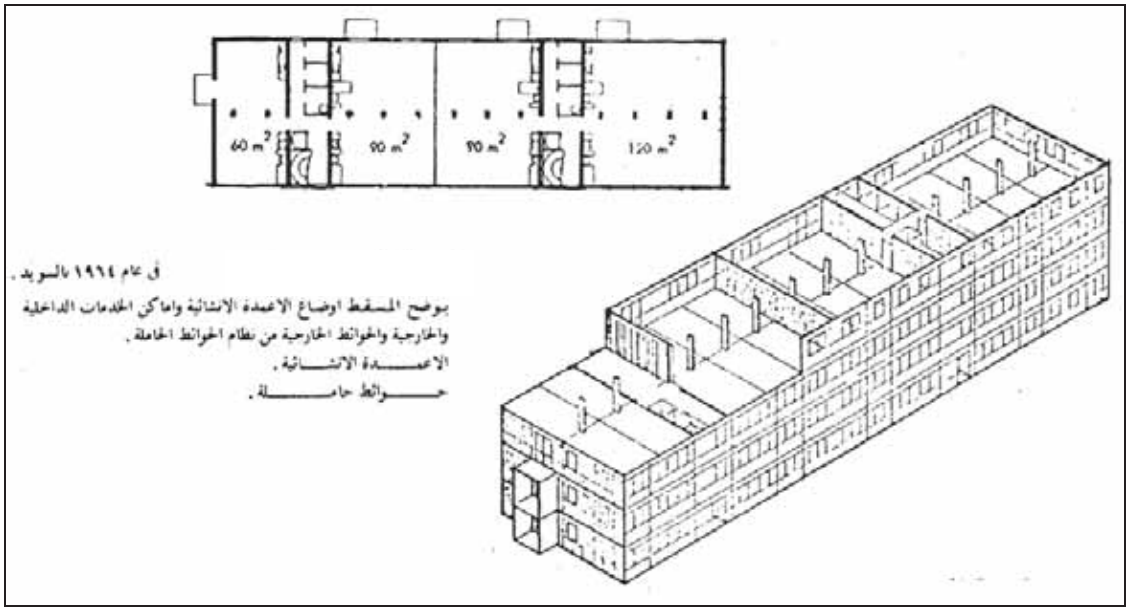
2-4-3-5 الزيادة الضمنية :

وهى الزيادة التى يمكن أن تحدث للفراغ دون زيادة فعلية . بمعنى استخدام أفضل للفراغات ، مما يتيح لها أداء عدد أكبر من الوظائف ، دون المساس بالمسطح الفعلى للمبنى . وكمثال على ذلك إمكانية عمل دور مسروق عندما يسمح الارتفاع بذلك ، أو بناء دواليب فى الحائط "بلاكارات" ، أو استخدام التخزين أفقيا تحت الأسقف مباشرة "الصندرة" وهكذا .

2-4-3-6 التبادلية :

وهى أسهل أنواع المرونة ، ويتم تطبيقها فى المبانى الحالية حتى المنشأة بالطرق التقليدية بغض النظر عما اذا كان الإنشاء يسمح بذلك أم لا . ولا تحتاج الى مسطحات مفتوحة تقسم بحوائط متنقلة . وهذا النوع من المرونة — ببساطة شديدة — يعنى تبادل أماكن تأدية الأنشطة . ويعتمد هذا النوع

من المرونة أيضا على عاملى الفراغ والزمن ، مما يعنى استخدام الفراغ لأكثر من غرض فى آن واحد أو فى أوقات مختلفة من اليوم.



وللمرونة مستويان لابد أن يتفاعلا سويا من أجل الحصول على أحسن الحلول وأفضلها .

المستوى الأول هو المرونة من وجهة نظر المصمم المعمارى :

وتعتمد على دور المصمم كباحث متخصص نحو تطوير أسلوب جديد ووسائل تصميمية معاصرة ، مما يحقق الحرية الكاملة للمبنى . وهذا الدور يكون فى مرحلة ما قبل التنفيذ . ولكن قد يمتد دور المصمم المعمارى الى مرحلة ما بعد التنفيذ ، ويكون فيها قائما بدور الموجه للمستخدم . وفيها يقدم الحلول المختلفة الأخرى للتصميم المرادف لمكان العمل ، والتى يمكن للمستخدم من أن يختار منها ما يناسبه أو يعينه فى عملية وضع القرار .

المستوى الثانى هو المرونة من وجهة نظر المستخدم :

وتأتى فى المرحلة الثانية . وتعتمد على قدرته فى وضع القرار والتعامل مع الفراغ الحر ، بما يتناسب واحتياجاته ورغباته وحكمه على الحلول المرادفة التى اقترحها المصمم المعمارى ، كما تعتمد على مقدرته الإبداعية والتصورية . وتعتمد أخيرا على امكانيات الساكن فى تنفيذ هذه التعديلات والتغييرات عمليا .

2-4-4 محددات التصميم المرن لوحدات المبنى المتعددة الطوابق :

يتعرض التصميم المرن فى المبانى البحثى متعددة الطوابق الى عدة محددات ومعوقات نحو انطلاقه فى التنفيذ . ولابد أن يتعامل المهندس المصمم مع كل وحدة على حدة ، ثم مع مجموعة المحددات ككل ، للوصول الى الفراغ المرن .

2-4-4-1 محددات التصميم :

وتشمل القيود المفروضة بسبب تصميم نوع الإنشاء المقترح ، وكذلك الأهداف الموضوعية والمنفعية للفراغ ، من ناحية علاقة الفراغات ببعضها وعلاقة الفراغات العامة بفراغات الخدمات ونسمى الأول الفراغات المعتمدة لأن تغيير أوضاعها غالبا ما يكون معتمدا على أوضاع الفراغات المستقلة "الخدمات" . وغالبا ما تكون هذه الثابتة والتى يصعب تغييرها الا فى الحالات الشديدة .

2-4-4-2 محددات التنفيذ :

وتشمل هذه المحددات دراسة اقتصاديات المرونة ، ومقارنتها بالتصميم التقليدى للفراغ . وتشمل كذلك الإجراءات الادارية التى تتعامل مع المستخدم فى حالة عمل هذه التعديلات . وأخيرا يشمل قانون المبانى الذى كثيرا ما يحد من حرية المستخدم فى عملية التعديلات ، اذا ما كانت تتعارض مع القانون الموضوع من ناحية المساحات والارتفاعات ومسطع الفتحات والمنافذ وفى التعامل مع المرونة فى التصميم الداخلى لفراغات المبانى متعددة الطوابق يلزم تحديد مدخلين هامين للمرونة :

أ- المرونة المطلقة :

وهذا المدخل يحقق درجة مطلقة من المرونة فى التصميم . ويكون ذلك باستخدام نوع من الإنشاء يسمح بوجود فراغ كامل مطلق حر خال من أى معوقات إنشائية كالأعمدة والحوائط وكذلك الكمرات . أو عن طريق استخدام أنواع الإنشاءات كبيرة البحور التى تسمح بتركيز العناصر الإنشائية خارج الفراغ الحر .

ويعتمد مدخل المرونة المطلقة أيضا على دراسة منطقية لأوضاع عناصر الخدمات ، مثل السلالم والمصاعد والحمامات والسلالم الداخلية ، والتى يمكن تجميعها فى أوضاع لا تعوق حرية التصميم الداخلى للمبانى البحثية .

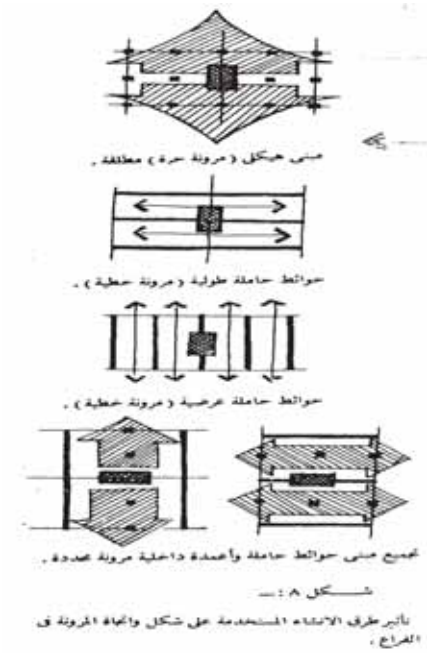
ومن أحسن النماذج التى طبقت هذا المدخل المحاولات السويدية مثل Uppsala Diset سنة 1964 ، والمقترحات الفرنسية للمهندس بلمونت سنة 1972 ، وبعض المحاولات الألمانية فى مسابقة أقيمت لهذا الغرض باسم Flexible residential floor plan ، والمبانى العديدة على غرار المشروع الشهير Montereau بفرنسا

ومن عيوب هذا المدخل أنه يتسبب فى تضليل الشاغلين فى طريقة التصميم المثلى التى تحقق احتياجاته ، وبخاصة اذا كان غير متخصص فى هذا المجال . فيعجز الشاغل عن ترجمة احتياجاته ورغباته الى تصميم أمثل للفراغ . وفى هذه الحالة لابد أن يمتد دور المهندس المصمم الى مرحلة ما بعد التنفيذ ، كموجه للشاغل معين له فى وضع القرار .

أما العيب الثانى للمرونة المطلقة فهو حاجة هذا النظام الى عدد كبير من القواطيع المتحركة اللازمة لاستكمال التصميم ، والتى ما زالت حتى وقتنا الحاضر يلزمها مزيد من الدراسات الموديولية ، التى تجعلها سهلة الاستعمال والتركيب ، ويلزمها أيضا دراسات فنية ، بحيث يمكن انتاجها بكفاية عالية وأوزان خفيفة وتكلفة مناسبة ، لتشجيع المصممين على تطوير التصميم للمبانى البحثية .

ب- المرونة المحددة :

ويهدف هذا المدخل الى تقليل حرية العاملين الى درجة كبيرة ، ولكن بالقدر الذى يكون فيه الفراغ غير معوق للحرية ، على العكس يكون مرشدا للتصميم المناسب . وفى هذا المدخل يستخدم المصمم بعض الحوائط الحاملة أو الأعمدة الإنشائية وتحديدا مسبقا لأوضاع الخدمات . وفى هذا المدخل يكون الهدف هو تحديد المرونة إيمانا بأن الحد الأقصى من المرونة لا يؤدى بالضرورة الى الحلول المثلى .



شـــكل ٨ :ـــ

تأثير طرق الانشاء المستخدمة على شكل واتجاه المرونة فى الفراغ .

ومن الأمثلة التى طبقت هذا المدخل جميع محاولات المهندس الهولندى .Habraken N.J ونظامه الإنشائى المسمى Supports and detachable units ، وكذلك المحاولات التى تبعته فى انجلترا ، والتى تسمى PSSHAX.

(Primary Supports Structure and Housing Assembly Kit)

واذا كان مدخل المرونة المحدودة يحقق اقتصاديات أكثر للتصميم المرن ، إلا أنه يقلل من احتمالات التغيير الممكنة الى حد كبير ، وفيها يتحكم الإنشاء فى تحديد شكل الفراغ المعمارى وامكانيات امتداده .

وفى دراسة لأسس التصميم المرن للمبانى البحثية متعددة الطوابق كانت النتائج عن أهم المؤثرات على هذا التصميم هى :

1 — مبدأ الادماج .

2 — مبدأ التركيز والتقارب .

3 — دراسة نسب وحدات المبنى .

4 — الأوضاع المثلى لعناصر الخدمات الداخلية للمبنى .

5 — نوع الإنشاء المقترح .

الباب الثالث

دراسة تأثير التصميم المعمارى البيئى على تخفيض معدل استهلاك الطاقة بالمبانى البحثية الاشعاعية

من النتائج التى تم التوصل اليها نتيجة الدراسات السابقة نجد ان هناك قصور فى تصميم المبانى البحثية الاشعاعية وهو نوع خاص جدا من المبانى لما يتميز به من متطلبات خاصه فى التصميم نظرا لطبيعة العمل المنفرده به وهى

- استمرار فترات العمل لفترات طويلة من النهار (فتتطلب الحصول على اضاءة متجانسه خلال فترات النهار المتغيرة وكذلك تتطلب اضاءة طبيعية لفترات كافيه لتخفيض استهلاك الاضاءة الكهربائية)
- دقه فى العمل البحثى فتحتاج لاضاءة افضل
- تشغيل المعامل والاجهزة العلمية بشكل مستمر ودائم فتحتاج الى تخفيض حمل الكهرباء
- طبيعة العمل بمواد مشعه لذلك تتطلب صحة جيده للعاملين ومستوى اداء عالى وراحة بصرية

لذلك وجدنا ان من اهم متطلبات تصميم المراكز البحثية :

-تصميم فتحات للحصول على اكبر قدر من الاضاءة بدون وهج (لذلك ندرس انواع النوافذ والزجاج والعاكسات وادوات التظليل)

فتحات تمكننا من الحصول على اضاءة متجانسه قوية طوال فترات النهار لاستقبال زوايا الشمس المختلفه اثناء النهار .

- دراسة الاكتساب والفقد الحرارى حسب الحاجة لتقليل احمال التكييف

ان الدليل يقسم الى اربعة اقسام :-

القسم الاول : دراسة حالة لفتحات الاضاءة الطبيعية .

القسم الثانى : مفهوم الاضاءة الطبيعية لها شقان :

- المرحلة الاولى تخطط للاهداف الوظيفية لاستراتيجية عمل الفتحات .
- القرارات الاساسية مثل حجم النافذة والشكل فى محيطه المبنى والتصميم وكذلك اعتبارات اختيار انواع الزجاج والتظليل والراحة البصرية والحرارية.

القسم الثالث : تكامل تصميم الفتحات

التكامل الصحيح لبناء انظمة الاضاءة الطبيعية وهى بالتنسيق بين الاضاءة الطبيعية والكهربائية،وهذا التكامل يمكن فقط ان ينجز خلال تصميم منسق بعناية بين ضوء الشمس ونظام الاضاءة الكهربائية .

وتتم الدراسة من خلال برامج الكمبيوتر التى تساعد فى اتخاذ قرارات تصميم معمارى بيئي لمبنى بحثى ودراسة تصميم الفتحات من ناحية زيادة الاستفادة من الاضاءة الطبيعية وتخفيض استخدام الطاقة.

القسم الرابع : حالات دراسية

دراسه لثلاث مبانى وهى صممت لتعطى اعلى مستوى الاداء .

القسم الخامس : يتتضمن توصيات لتصميم فتحات الاضاءة الطبيعية يحيث تستطيع ان تكامل بينها وبين الاضاءة الصناعية لتطبيق التصميم المعمارى البيئى على نموذج من نوع خاص من المبانى التى تتميز بزيادة استهلاك الطاقة نظرا لطبيعة العمل بها وهى المبانى البحثية الاشعاعية للوصول الى الهدف الاساسى وهى ترشيد استهلاك الطاقة.

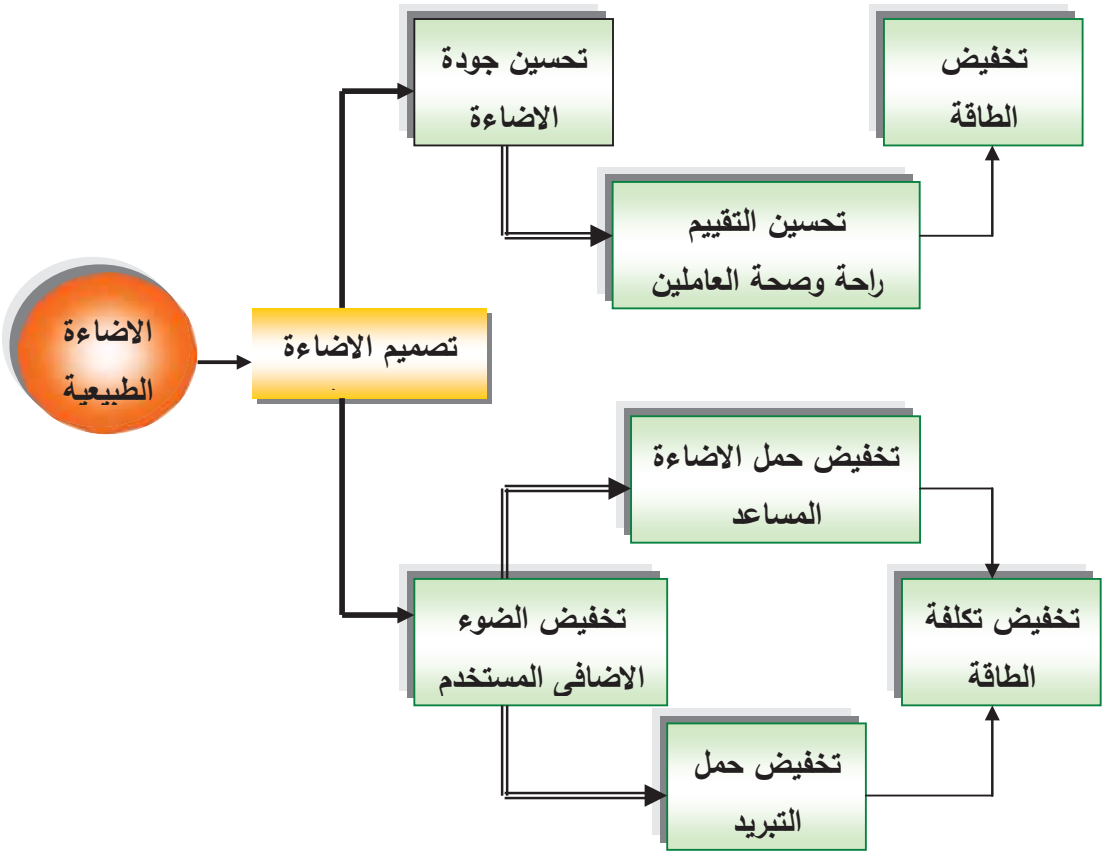
3-5-1 الجزء الاول (حالات دراسية عالمية لتصميم واستخدام فتحات الاضاءة الطبيعية)

اصبح الان فى عالمنا الحديث اهتمام بشأن التلوث البيئى وارتفاع درجات الحرارة وزيادة استهلاك الطاقة الكربائية المستمر ،فاصبح التصميم والتخطيط لاستغلال الضوء الطبيعى فى المبانى غير السكنية هدف مهمة جدا .

ومن اهم استراتيجية لتحسين كفاءة الطاقة هو الحد من استخدام الاضاءة الصناعية – التدفئة – وتبريد الاحمال،فهذه الاستراتيجيات والانظمة تستطيع تخفيض استهلاك الكهرباء فى المبنى ويحسن نوعية الاضاءة ايضا الى حد كبير وخلق بيئة داخلية مريحة وصحية .

3-5-1-1 فوائد عمل الاضاءة الطبيعية

من خلال الاستراتيجيات التصميمية يمكن الحصول بشكل كفوء على ضوء الشمس داخل المبنى ،والهدف ان يقلل استخدام الطاقة الكهربائية ويحقق الحد الاقصى من الراحة الحرارية والبصرية والصحية (الراحة الانسانية)،وهى منافع بعيدة المدى يوضحها التخطيط التالى شكل(49) :-



شكل (49) يوضح نتائج استراتيجية تصميم الاضاءة الطبيعي

3-5-1-2 نوعية الاضاءة المحسنة

توصف الاضاءة المحسنة بانها اداء بصرى جيد وراحة بصرية وسهولة الرؤيا،من المعروف ان الضوء المرئى الطبيعى يمنع التوزيع الطيفى،وهو مزيج من الالوان اكثر من الاضاءة الكهربائية الذى يمدنا بمدى طيفى محدود من الازرق الى الاخضر او من الاصفر الى الاخضر،فضوء الشمس هو الانسب الى الرؤيا الانسانية.

وخلال التصميم الصحيح يمكن ان تتزود بضوء الشمس ومستويات اضاءة جيدة،وهى تعطى نوعية اضاءة محسنة وصحية تستطيع فيها ان تميز الالوان.

3-1-5-3 افضل راحة صحية للمستخدمين

من اهم سمات الضوء الطبيعى هى تغير شدته واتجاهه خلال اليوم وفصول السنه،وهو يساعد العين على التكيف مع الاضاءة بالتدريج،وهذه المميزات غير متوفرة فى الاضاءة الصناعية.

من الملاحظ انه فى الشتاء ينخفض مستوى الاضاءة الطبيعية مما يعطى شعور بالكآبة والضيق للانسان،وهذه الاعراض تزول مع التعرض لضوء شمس طبيعى وصافى لفترات طويلة من النهار الذى يسبب افراز هرمون يساعد على الاسترخاء وشعور بالسعادة .

فالاضاءة الطبيعية لها تأثير فسيولوجى مهم جدا فالجسم يحتاج حوالى 2000 lux لاكس وعلى ذلك على المصمم ان يحاول ان يحافظ على مستويات الاضاءة فى المبنى بحيث تبلغ الذروة ظهرا.

3-1-5-4 تخفيض حمل الاضاءة

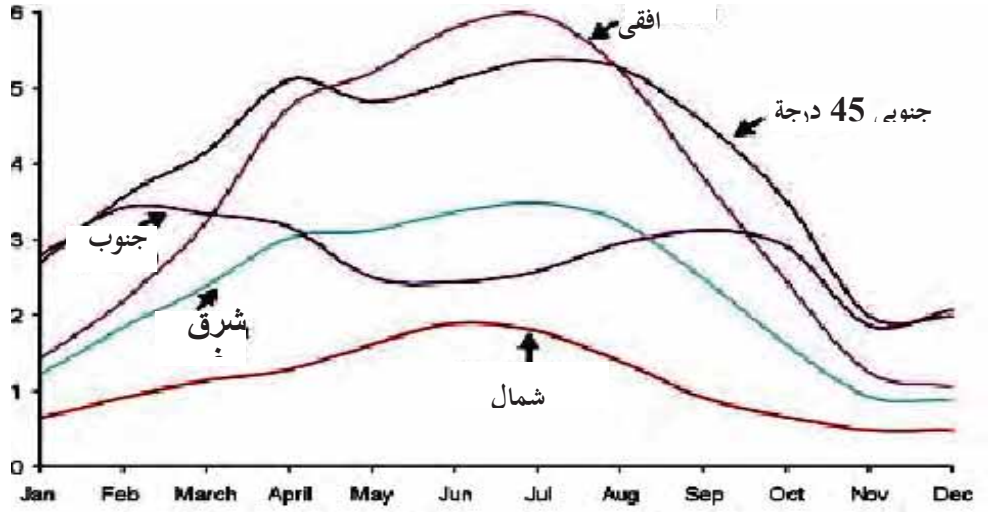
اصبح من مميزات التصميم الكفؤ فى المبانى البحثيى ان الاضاءة الداخلية تقدر بحوالى 30:40 % من استهلاك الكهرباء فوجد ان المبانى العامة تستهلك حوالى 37 % من الطاقة ،وبالتصميم الجيد للضوء الطبيعى تستطيع تخفيض الاضاءة المساعدة بحوالى 2/3 الطاقة المستخدمة مما يكون لها اثر جيد على الناحية الاقتصادية فالهدف الرئيسى هو الوصول الى الحد الادنى من استهلاك الطاقة الكهربائية.

فعمل فتحات الاضاءة الطبيعية مناسب جدا فى المبانى العامة وخاصة المبانى البحثية فالعمل عادة يكون اثناء النهار فى معظم الاوقات فيمكن عن طريق التصميم الجيد ان توفر الاضاءة الطبيعية خلال فترات العمل وكذلك التهوية الطبيعية مما يخفض من احمال الكهرباء الى الدرجة القصوى .

3-5-2 تصميم الاضاءة الطبيعية

على النقيض ما اعتقد عموما ان المبانى لاتحصل على الاضاءة الطبيعية معظم السنة يسبب الغيام فى الاشهر الشتائية فيكون مستوى الاضاءة المتوسطة تحت السماء المغيمة على سبيل المثال فى خط عرض 36 درجة (كندا) حوالى 7500 لاكس هذا حوالى اكثر 15 مرة من المطلوبة لاداء المهام داخل المبنى (500لاكس) .

نجد ان الشكل(50) يوضح ان اعلى معدل للاشعاع الشمسى فى شهر (مايو -يونيو -يوليو) فى الجهة الجنوبية بزاويه 45 درجة،وفى الاتجاه الافقى وبمعرفة شدة واتجاه الاشعة الشمسية تمكننا بذلك لتوجيه المبنى والوصول للتصميم الجيد بتطبيق المعالجات البيئية المناسبة لكل موقع واستخدام التقنيات المناسبة لاستغلال ضوء النهار .



شكل (50) يوضح المعدل الشهرى للاشعاع الشمسى بمدينة تورنتو بكندا (Mckay,1985)(40)

3-5-2-1 تصميم المناطق الحضرية

فى المناطق الحضرية الكثيفة يصبح تصميم الاضاءة الطبيعية اكثر صعوبة نظرا لكثافة المبانى حولها وخاصة فى الادوار السفلى.

3-5-2-2 تصميم للمناخ البارد :-

عن طريق عزل جيد للنوافذ بشكل ملائم بحيث تكون مصممة لدخول الاضاءة الطبيعية بدون فقد فى الاكتساب الحرارى،فالنافذة الكبيرة يكون لها فائدة فى الاضاءة لكن لها مشكلة فى فقد الاكتساب الحرارى،لذلك تصمم الفتحات بشكل عمودى مواجهة لاتجاه الشمس يمكن ان ينفذ كمية كبيرة من

حرارة الاشعاع الشمسى بحدود 1000 وات/متر مربع،وهى طاقة نظيفة مجانية مما يخفف من حمل التدفئة الصناعية داخل المبنى .

فاستراتيجية التوجيه الصحيح للنافذة واختيار اساليب التظليل يستطيعان تحقيق الحد الاقصى من الاكتساب الحرارى شتاء وتقلله صيفا .

3-5-2-3 تصميم للمناخ المعتم :-

السماء المعتمة تعطى مصدر ضوء مستفيض نسبيا مثالى لتصميم فتحات الاضاءة،وهو ليس بقوة ضوء الشمس المباشر ولكنه اسهل فى التصميم،فهو يعتبر من الشروط البيئية القياسية لتصميم الفتحات.

الحل ان تزيد من مساحة النافذة ليسمح بكمية اكبر من الاضاءة الطبيعية اكبر من النوافذ القياسية على الواجهات الشمالية .

4-5-2-3 تصميم للمناخ الصافى :-

فيها يكون ضوء الشمس متوفر ومباشر وضوء الشمس المباشر هو اقوى مصدر،وهو ايضا اكثر صعوبة فى التصميم،وضوء الشمس المباشر لامع جدا بحيث ان كمية الاضاءة الساقطة على فتحة صغيرة كافى لتزويد مستويات ضوء الشمس فى الفراغات الداخلية الكبيرة، فضوء الشمس المباشر يمكن ان يوجه بسهولة ويعكس فى عمق المبنى .

ونلاحظة ان اختراق ضوء الشمس يمكن ان يحسن ببعض الاساليب مثل وضع عاكسات الاضاءة سواء الخارجية او الداخلية،والطريقة الحديثة باستخدام نوعية من الستائر فى الاجزاء العليا والسفلى للنافذة،فالسفلى تعمل على تقليل الوهج والعليا تفتح لليسار،مع ملاحظة ان ضوء الشمس المباشر القوى يخلق وهج وابهار ضوئى مزعجان ويؤديان الى سخونة زيادة مالم يظلل اويعكس ويوزع بصورة مناسبة وبطرق مختلفة منها الارفف الخفيفة والوان السقف الفاتحه وانواع الزجاج .

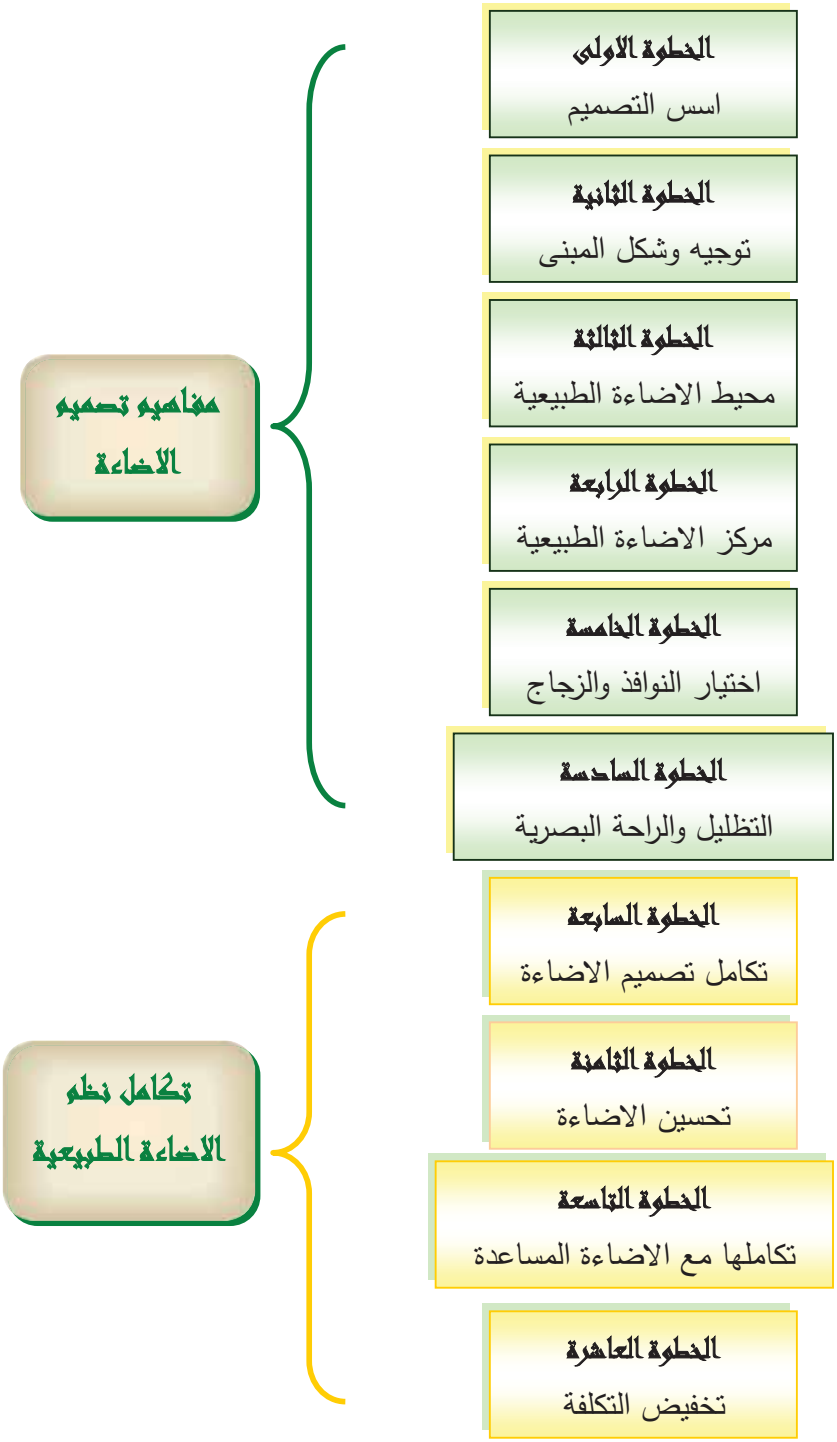
With extensive glazing surface and careful shading, the Revenue Canada Burnaby-Fraser Tax Services Building, BC maximizes the amount of natural light used to illuminate the interior of the building.

Credit: Busby & Associates Ltd.

التصميم للاضاءة الطبيعية يتطلب تكامل العمل بين المهندس المصمم والمالك والمستخدمين وايضا تكامل مع الاضاءة الصناعية،والتوجيه – حجم النافذة – انظمة الاضاءة الصناعية والتكاليف .

3-5-3 مفاهيم تصميم الاضاءة الطبيعية

♠ عشر خطوات لعمليات تصميم الاضاءة الطبيعية



- **الخطوة الاولى : -**

1-1 اساسيات التصميم

1-1 الاساسيات

مـن الضـرورى لتعريـف مسـتويات الاضـاءة والاضـاءة المطلوبـه معرفـة الكثافـة الكهربائيـة Light power Density (LPD) لكل نقطة فى المبنى.

المصمم الجيد للاضاءة يجب ان يحاول ان يخفض حوالى 25 % للكثافة الكهربائية (LPD) بان يكون ضوء الشمس هو الاساس ويكمله الاضاءة الصناعية ويستطيع تخفيض الاستهلاك الكهربى فعليا بمقدار 50 % او اكثر .

الجدول التالى (جدول 10) يوضح قيم شدة الاضاءة فى فراغات مختلفة،ومقياس الكثافة الكهربائي (LPD) هو مقياس لكمية الاضاءة الكهربائية،وهو وحدة الاضاءة (بالوات) التى تضىء 1 متر مربع .

وبتوضيح قيم شدة الاستضاءة والكثافة الكهربائية المطلوبة لفراغات مختلفة حسب استخدامها بالمبنى يمكن ان نستفيد من قياسات بعض الفراغات فى تصميم المبنى البحثى الذى يتضمن بعض من هذه الفراغات،والمساحة المتاحة هى التى تقرر احتمالية تفاوت تغيير الاضاءة طوال اليوم،مما يساعد على اختيار اساليب لتصميم الاضاءة الطبيعية .

http://206.55.31.90/cqibin/lpd/lpdhome.pl

2-1-1 الاساليب

- تصميم مساحة المبنى .
- قرار امكانية تغيير الاضاءة .

المساحة المتاحة هى التى تقرر احتماية تفاوت تغيير الاضاءة طوال اليوم،وهذا سوف يساعد على التعرف على اساليب المناسبة لتصميم الاضاءة الطبيعية (جدول11) .

جدول (10) يوضح قيم شدة الاضاءة فى الفراغات مختلفة [39]

نوع المبنى	توصيف المساحات	الحد الاقصى لكثافة الضوء (LPD)(وات / متر مربع)
مكاتب	ردهات للثلاث ادوار الاولى ردهات جميع الادوار الاضافية استقبال وحجرات انتظار صالات انتظار قاعات مؤتمرات/غرف مقابلات طرق / مداخل غرف تحكم ميكانيكى / كهربائى غرف قراءه/سكرتاريه/غرف اتصالات غرف استراحه سلالم دائمة الاستخدام/ قليلة الاستخدام	7.5 2,2 10,8 18,3 19,4 8,6 16,2 19,4 8,7 4,3 / 6,5
اماكن تجمع	قاعة الاستماع مركز مؤتمرات/صاله تعليمية صالة محاضرات/فصول دراسيه صالة انتظار/مراكز تجميل	17,2 28,0 21,5 4,3
مستشفيات	طوارىء معامل مركز التمريض حجر المرضى غرف العمليات	24,7 20.4 22,6 15,1 75,3
فنادق	غرف متعددة الاغراض استقبال غرف النزلاء	25,8 20,4 15,1
مستودعات	صالات تخزين	7,5
مكتبه	دولاب ملفات المكتبه السمعية منطقة القراءة منطقة تخزين منطقة الحد الأعلى للاستخدام	17,2 11,8 20,4 16,2 32,3
مطاعم	كافتريا مطبخ صالة جلوس	14,0 15,1 26,9

* Source : NRC / CNRC , Model National Energy Code for Building

كذلك الجدول التالى (11)[39] يوضح قواعد عامة للمساحات المشتركة الوظائف والاماكن التى تتطلب مستويات الضوء العالية،فاكثر الاماكن صعوبة فى تصميم الاضاءة الطبيعية هى المنخفضة الاضاءة بسبب الكثافة المتغيرة طوال اليوم (جدول 11) .

وظيفة المساحة	مستوى الاضاءة	التغيرات المقبولة	اضاءة طبيعية مريحه
مستشفيات/مركز صحية	عالى	متوسط	عالى
صالة كمبيوتر/مكاتب	متوسط	متوسط	متوسط
ممرات/صالة طعام/كافتريا	منخفض	مرتفع	متوسط
مخازن	مرتفع	مرتفع	مرتفع

جدول(11) يوضح الاضاءة الطبيعية المناسة لعموم مساحات المبنى

يعتمد تصميم الاضاءة الطبيعية فى مختلف الفراغات على وظيفة المكان بالاضافة الى المعايير السابقة .ويعتبر افضل موقع يمكن ان يكون مميز هو المناطق التى تتطلب اقل ما يمكن من التظليل ويمكن ان تستفيد من الاضاءة الطبيعية العالية،والحالات الاكثر تعرضا لهذا مثل المداخل ومناطق الاستقبال وابيار السلالم والصلات الرئيسية وغيرها .

للاضاءة الطبيعية عدد من العناصر لابد ان تدمج داخل تصميم المبنى فى الخطوات الاولى،وبتحقيق العلاقات التالية يتضح مدى تأثير فتحات الاضاءة الطبيعية فى المبنى :

-التوجيه والمساحة وموقع المبنى والشكل والابعاد لفتحات الاضاءة الطبيعية وكذلك اتجاه الفتح .

-موقع وخصائص السطح الداخلى الذى يعكس الضوء ويؤثر بشكل كبير على توزيع الضوء .

-موقع فتحة الاضاءة المزودة بالوسائل المدروسة للتظليل وتقليل الوهج سواء كانت ثابتة او متحركة .

-ضرورة التزود بالرسومات البيانية الموضحة للخصائص الحرارية والصوتية لمواد الزجاج المختلفة ومعامل الانعكاس .

كما نلاحظ ان مستويات الاستضاءة فى معمل يتناقص مع بعد المسافة من فتحة الاضاءة الطبيعية ومتأثرا بارتفاع عتبة الشباك .

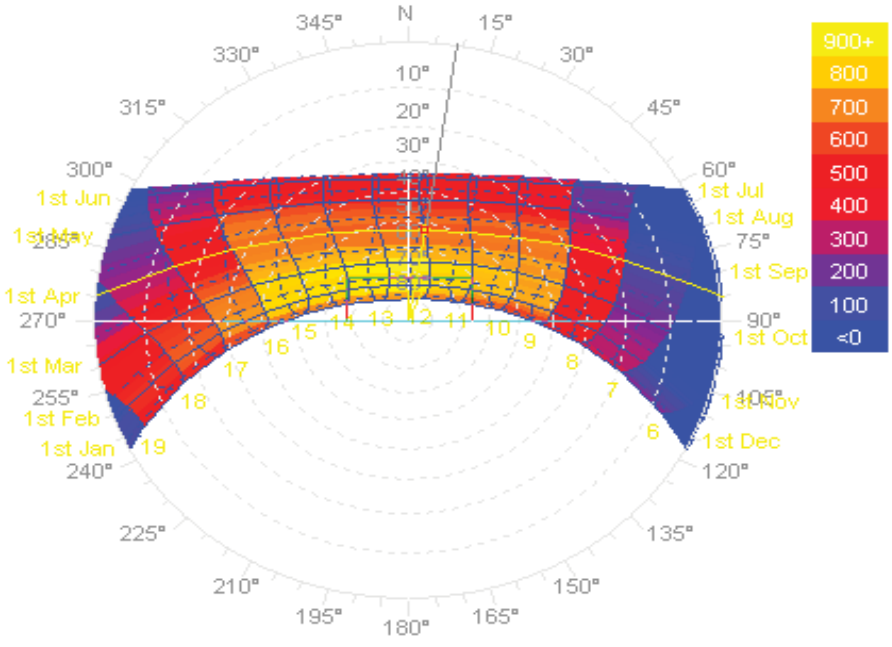
ومن الضرورى ان يتضمن قرار التصميم المالك والمستخدم ومصمم الاضاءة الكهربائية والمهندس المعمارى والميكانيكى والمصمم الداخلى والصيانه وباحث الجدوى الاقتصادية .

- **الخطوة الثانية :-**

1-2 توجيه وشكل المبنى

1-1-2 الهدف **:** دراسة الموقع وتوجيه المبنى يشكلان اهم خطوات التصميم للوصول الى اعلى استفادة للاضاءة الطبيعية وتقلل من الابهار الضوئى وتحقق الراحة الحرارية والبصرية .

1-1-2 الاساسيات **:** دراسة الموقع والمناخ وبالتالى توجيه المبنى بعد دراسة مسار الشمس،ويتوقف على ذلك تصميم وسائل التظليل وحجم الفتحات وموقعها كما نرى فى شكل (51) يوضح توقيع الزوايا الشمسية على خريطة المسار الشمسى .



شكل (51) يوضح طريقة توقيع المبنى على خريطة المسار الشمسى

وبتطبيق التحليلات المناخية السابقة على الحالة الدراسية للوصول لوضع تصميم معمارى بيئى لمركز بحثى امكن الوصول لوضع المبادىء الآتية :

اولا : تأثير التحليلات المناخية على الشكل العام للمبنى

- تقسيم الفراغات

فى المناطق الحارة الجافة الفراغات الانتقالية يفضل ان تقع على الجوانب الشمالية والجنوبية للمبنى حيث يقل بها التعرض الشمسى،الردهة يمكن ان تستخدم ايضا فى الفضاء الانتقالى فى المناطق المعتدلة والباردة،وعلى ذلك فالفضاء الانتقالى لابد ان يقع فى الجهة الجنوبية للمبنى لتحقيق اكبر اكتساب شمسى .

- تحديد مناطق الاكتساب الشمسى

نجد ان فى المناطق الحارة يفضل ان تكون فى الجهتين الشرقية والغربية،اما فى المناطق المعتدلة والباردة تكون فى الاتجاه الجنوبى .

- استخدام الردهات

الدراسات المناخية يوضح الوضع الامثل المقترح لفراغات الردهات الرئيسية فى المبنى فى المنطقة الحارة بحيث موقعها يزيد التهوية داخل المبنى،اما فى المنطقة الجافة الردهة الرئيسية لابد ان تقع فى مركز المبنى لتوفير متطلبات التبريد والتظليل،وفى المناطق المعتدلة والباردة الردهة الرئيسية لابد ان توضع فى مركز تصميم المبنى لاكتساب الحرارة والضوء .

ونلاحظ ان فى المناخ الاستوائى والجاف هناك امكانية عالية لاستعمال جميع الفراغات الخارجية،بينما بالتحرك نحو خطوط العرض شمال خط الاستواء،فيجب تغطية الفراغات الخارجية للاستعمال.

ثانيا : تصور للوصول للحجم الامثل للمبنى طبقا للتحليل المناخى البيئى

مما سبق تم وضع رسم تخطيطى يوضح الشكل والحجم الامثل للمبنى لكل منطقة مناخية،بالتحليل امكن التوصل الى ان الطول المفضل لجوانب المبنى X : Y

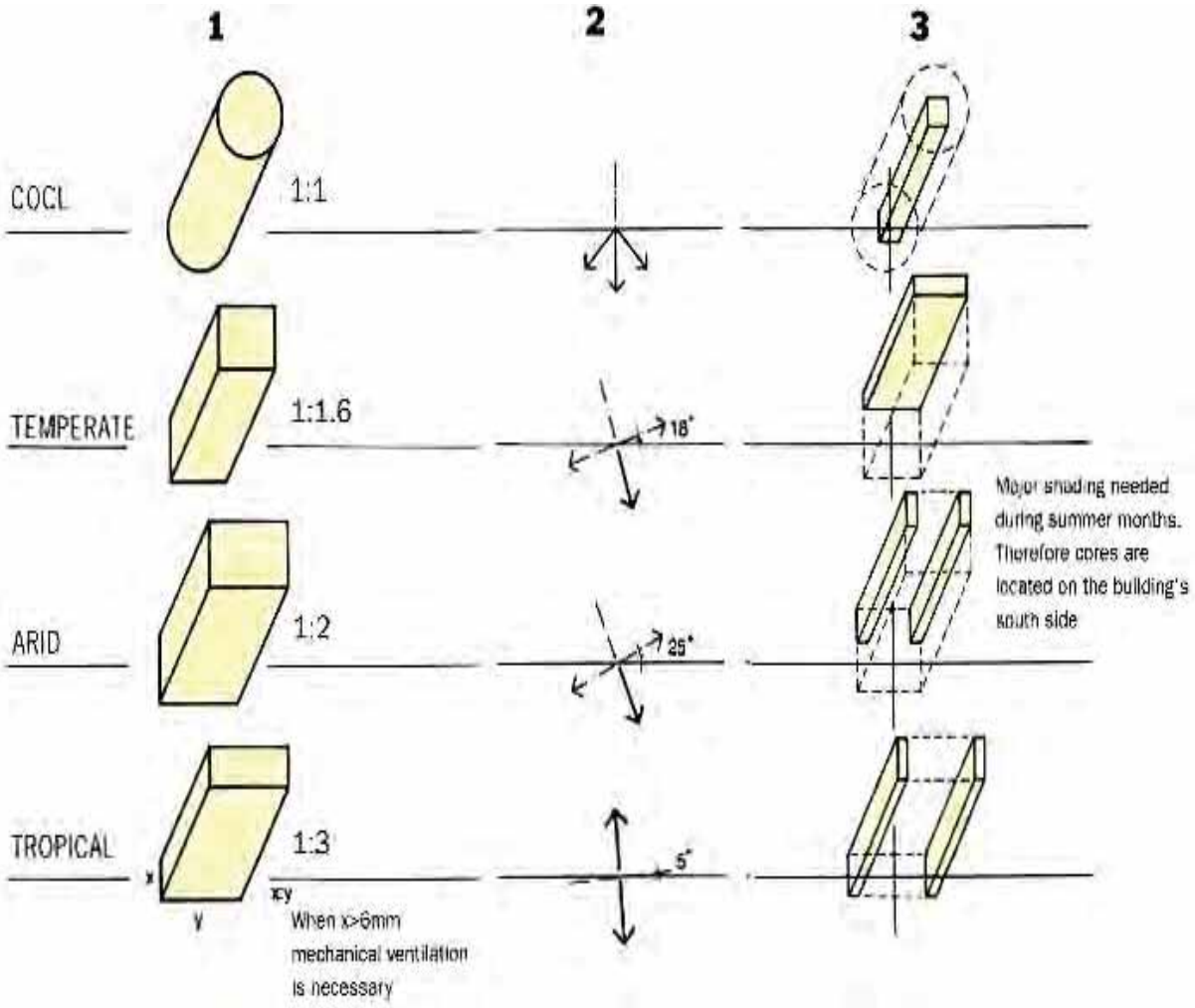
المنطقة الاستوائية 1 : 3

المنطقة الجافة 1 : 2

المنطقة المعتدلة 1 : 1.6

المنطقة الباردة 1 : 1

1- وبتحليل هذه النسبة نجد انه يمكن ان يمتد طولا لتقليل التعرض شرقا وغربا وهو المطلوب فى خطوط العرض القريبة من خط الاستواء،بينما يتحول الشكل ببطء الى نسبة 1 : 1 (وصولا للشكل الاسطوانى) فى خطوط العرض الاعلى،هذا يعتبر استجابة مباشرة اتغير زوايا الشمس المتنوعة فى خطوط العرض المختلفة .



2- التوجيه يتحدد طبقا لتأكيدات الاتجاهية بخط العرض ردا على الزوايا الشمسية كما تم وضعها بالجدول التالى (12)

المنطقة	اتجاهات المبنى الرئيسية	التأكيد الاتجاهى
استوائى	على محور 5 درجات شمال شرقى	شمال جنوب
جاف	على محور 25 درجة شمال شرقى	جنوب شرق
معتدل	على محور 18 درجه شمال شرقى	جنوب – جنوب شرق
بارد	على محور يتجه جنوبا	حنوب

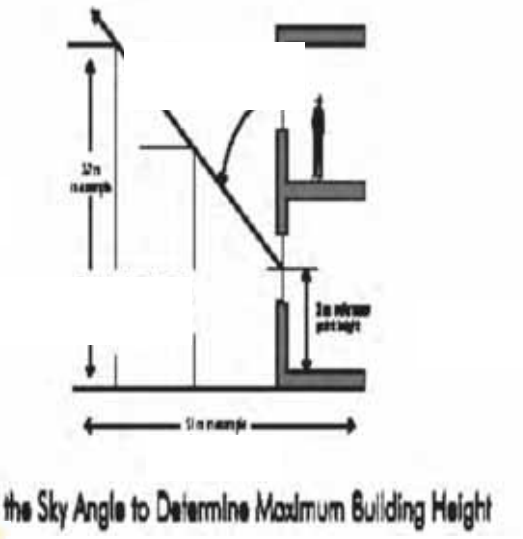
3- تحديد الوضع الامثل للمركز العمودى

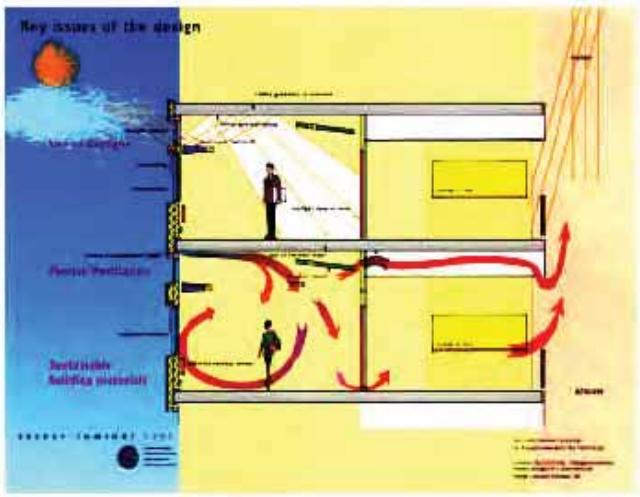
وجدنا ان ترتيب الكتلة الاساسية يمكن ان يكون مستعمل كجزء حتمى فى التصميم المناخى بينما موقعه يمكن ان يساعد فى التظليل او الاحتفاظ بالحرارة داخل المبنى .

للمنطقة الاستوائية نجد ان المركز يقع على الجانب الشرقى والغربى للمبنى لكى يساعد على تظليل المبنى من الزوايا المنخفضة للشمس اثناء فترة التعرض الرئيسية للشمس خلال اليوم،فى المنطقة الجافة المركز يجب ان يكون ايضا واقع فى الجوانب الشرقية والغربية،لكن التظليل الرئيسى فقط تحتاجه خلال اشهر الصيف،لذا المركز يقع على الجانب الشرقى والغربى لكن الافضلية فى الجهة الجنوبية .

- الاساليب : موقع المبنى واهميته هو تحقيق الحد الاقصى من توفر الاضاءة الطبيعية،لذلك من الاهمية دراسة زوايا الشمس بالنسبة للموقع وعلاقة المبنى بالمبانى المجاورة لضمان وصول الضوء الطبيعى الى عمق المبنى.

نحسب زوايا تعرض الشمس مع دراسة موقع الزوايا العمودية لتصميم وسيلة الاظلال وتحسب على ارتفاع 2 متر من مستوى سطح الارض،بمقارنة هذه الزاوية على خط عرض الموجود به المبنى كما موضح بالشكل (52)





شكل(52) يوضح زاوية السماء لتحديد الارتفاع الاقصى للمبنى.

الاضاءة الطبيعية المتاحة والتظليل لايعتبر امر صعب للمصمم بينما موقع الشمس متغير خلال اوقات السنه،وللتبسيط نفس زاوية تعرض السماء تستخدم لكل الاتجاهات كما يوضح الجدول التالى (جدول 13) .

خط عرض (درجه)	زاوية تعرض السماء (درجه)	نسبة المقياس
46 – 32	59	1,69
50 – 46	62	1,86
54– 50	64	2,08
> 54	66	2,42

جدول (13) يوضح زاوية تعرض السماء ونسبة المقياس لمختلف خطوط العرض

ولان التظليل لـه اهمية يمكن ان يستخدم المقياس لتحديد مكان المبنى على الموقع والمسافة الافقية المطلوبة لضمان عدم تظليل المبنى من المبانى الاخرى المحيطة،وذلك بضرب نسبة المقياس فى ارتفاع المبنى المجاور (فوق 2 متر) .

على سبيل المثال :- اذا كان مبنى مجاور بارتفاع 32 متر فالمبنى المقترح يجب ان يكون بحد ادنى (32 – 2) × 1.69 = 51 متر بعدا ،لضمان وصول ضوء الشمس الى المبنى بصورة كافية .

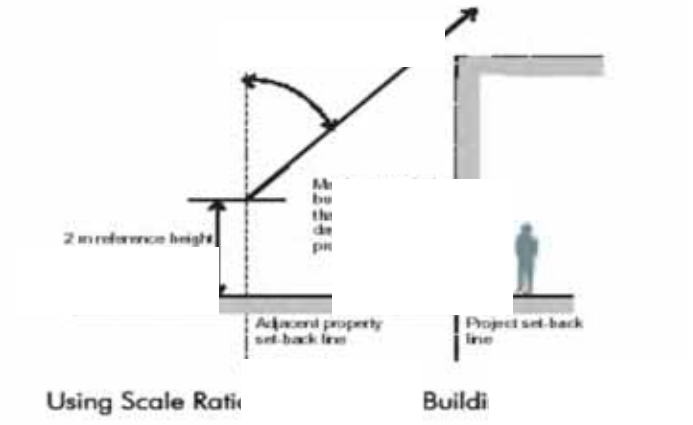
- احتياجات والاعتبارات للاضاءة الطبيعية فى المناطق المحيطة :

- دراسة زوايا الشمس لاقصى ارتفاع للمبنى بدون تظليل من المبانى المحيطة :-

اقصى ارتفاع للمبنى = المسافة بين العوائق / نسبة المقياس + 2

Maximum Building Height = (Distance Between Setback Lines) / Ratio Scale + 2

كما يشرحه شكل (53)



شكل (53) يوضح استخدام النسب القياسية لتحديد بعد المبنى عن المبانى المجاوره

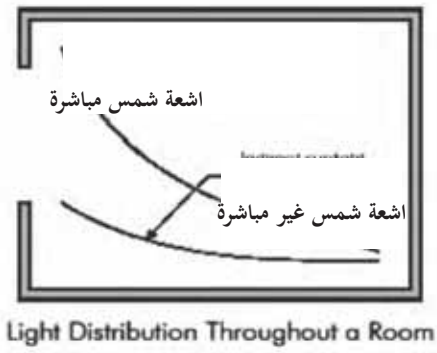
2-1-3 توجيهه المبنى :

- اقصى حد للتوجيه جنوبا

الواجهة الجنوبية هى افضل الواجهات لتصميم الاضاءة الطبيعية حيث ان التغير فى درجات الاضاءة فى المعدل المقبول تسمح باقصى معدل للاضاءة الطبيعية وهى افضل فى السيطرة على الاكتساب الشمسى الزائد فى الصيف،فنجد ان الواجهة الجنوبية هى المفضلة ظهرا للضوء المباشر ،بينما الواجهة الشمالية تكون المفضلة ظهرا للضوء الغير مباشر .

- لتحيسن التوجيه شمالا

بالرغم ان التعرض لضوء الشمس الطبيعى اقل على الواجهة الشمالية،فيمكن ان نوفره من فتحات الاضاءة العلوية (سقفية) وهى الاسلوب المرغوب فيه فى المبانى الكبيرة فيكون الواجهة الرئيسية الشمالية كبيرة لتوفير اضاءة طبيعة جيدة،مما يوفر من استعمال الطاقة الكهربائية شكل(54) .



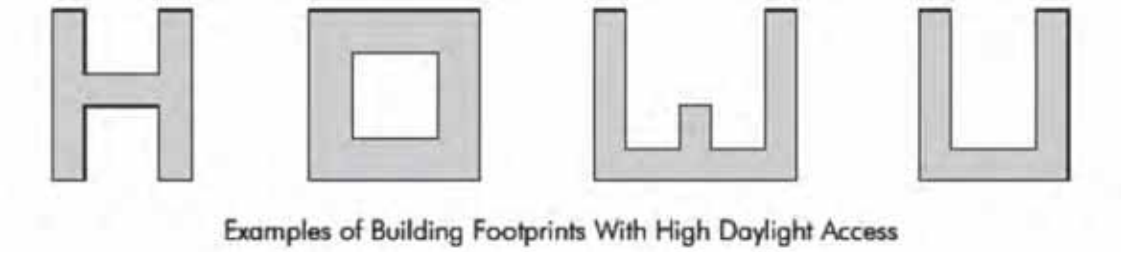
شكل (54) يوضح توزيع الضوء بطول الغرفة

- اقل تعرض غربى و شرقى

من الصعب الحصول على اضاءة طبيعية فى واجهات الاتجاه الشرقى الغربى بسبب زوايا الشمس المنخفضة،لان التعرض لها يكون جزء من النهار ويكون تغير فى ضوء الشمس عالى،وتعانى الواجهة الغربية من الاكتساب الحرارى الكبير صيفا والابهار الضوئى بسبب زوايا الشمس المنخفضة فى الاوقات الغير مرغوب فيها،بينما تكتسب اضاءة شمسية سلبية شتاء نوعا ما.
استعمال انواع مختلفة من الزجاج لكل واجهة اذا كان بالامكان اختيار انواع من الزجاج فى الواجهة على سبيل المثال :- زجاج له معامل اكتساب حرارى اقل (SHGC) على النوافذ الغربية ستخفض من حمل تبريد المبنى .

2-1-4 شكل المبنى

لتحقيق الحد الاقصى من التعرض لضوء الشمس نجد ان الشكل المستطيل افضل من المربع للتعرض للاضاءة الطبيعية اما الشكل ذو الاجنحة يفضل لتقليل المساحة المشغولة من الارض،بينما الفضاء بين الاجنحة يجب ان لايتقارب حتى لايظلل على بعضهم البعض وتسمح بدخول الضوء الطبيعى شكل (55) .



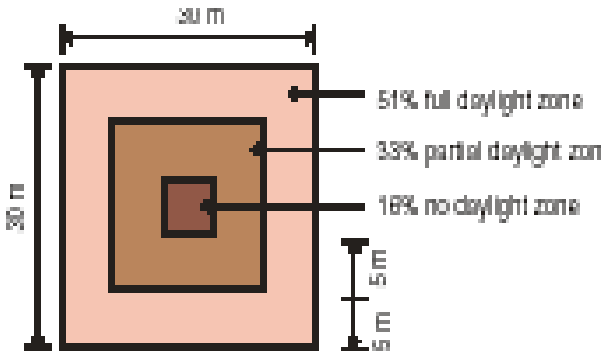
شكل(55) يوضح امثلة لاشكال المبانى البحثية

بالرغم من ان المبنى المربع له حمل حرارى اقل فالاضاءة الطبيعية الداخلية تكون غير متاحه بشكل جيد وكذلك عدم التوازن بين حمل التدفئة الخارجى والداخلى،وهى تتطلب نظام تدفئة وتبريد معقد.

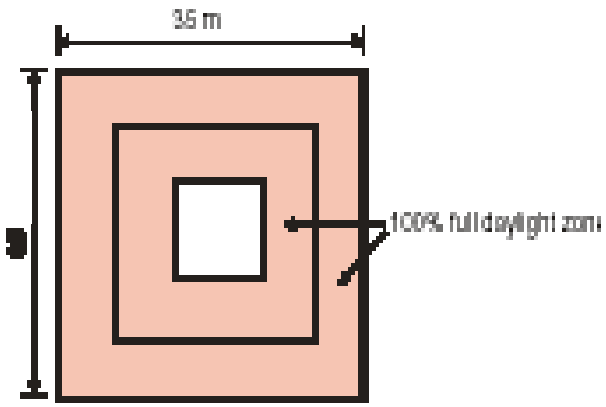
يفضل تحديد مناطق الخدمة فى مركز التصميم حيث يحدد مكان الغرفه المنخفضة الاضاءة الطبيعية فى التصميم،وهو يتضمن المصاعد وغرف الكهرباء ومناطق الخدمة .

- اختيار العمق المناسب للغرفة للاستفادة من منطقة الاضاءة الطبيعية

المبانى ذات الطوابق المتعددة اكثر استفادة من التصميم المستطيل الضيق،حيث تحفظ منطقة العمل داخل حوالى 10 متر كما يوضحه شكل (56) . فالمبانى ذات الطابق الواحد لها امكانية السماح بوصول اضاءة طبيعية الى عمق اكبر بعكس المبانى متعددة الادوار.



Building With Atrium



شكل (56) يوضح امكانية الاستفادة من الشكل الهندسى للاضاءة الجيدة

يفضل ان يكون عمق الغرفة 1.5 مره من ارتفاع الشباك الرئيسى الذى يزود الغرفة بالاضاءة الطبيعية المتوازنة التوزيع ،فمثلا فى غرفة مكتب

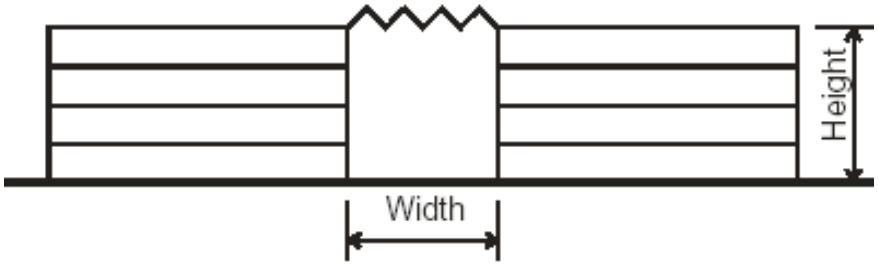
ارتفاع السقف بها 3متر يكون فيها 51 % منطقة اضاءة كاملة – 33 % منطقة اضاءة جزئية – 16 % منطقة غير مضآءة ،اذا كانت مساحة الارض المضاءة حوالى 4.5 متر ابتداء من النافذة ،وعرض الواجهة للمبنى حوالى 12 متر لكى تسمح لجميع المكاتب للاستفادة من ضوء الشمس .

- تجنب الواجهة الغربية لمناطق العمل

الواجهات الغربية عموما تؤدى الى التبريد العالى للاحمال الحرارية بالاضافة الى الوهج الزائد،ويفضل استعمال الواجهة الغربية فى مساحات الخدمة او الفضاء (مساحات فارغة) حيث انه ليس مهم فيها التغير فى شدة الاضاءة،علىالرغم من ذلك فالتوجيه الجيد للواجهة الغربية يمكن ان يستفاد منه.

لتحقيق الحد الاقصى من ضوء الشمس الرئيسى بالشكل التالى شكل (57) يصور استخدام نافذة سقفية تستطيع ان تمد المساحات الداخلية والصالة الرئيسية حتى الارضية بضوء شمس طبيعى بالكامل .

ونرى ان الردهات فى المساحات المغلقة تحتاج الى تعرض للاضاءة بشكل كبير ،وقوة تأثير الاضاءة فى هذه المساحة تعتمد على موقع تصميم فتحات الاضاءة وعلى نوعية وشفافية الزجاج ومساحة المكان وعمقه بالنسبة الى عرضه والارتفاع،وقد نلجأ فى اغلب الاحيان الى الردهات او استعمال زجاج بالواجهات المتعددة مع الاخذ فى الاعتبار عدد من الردهات الصغيرة او الفتحات (آبار او مناور) صغيره .



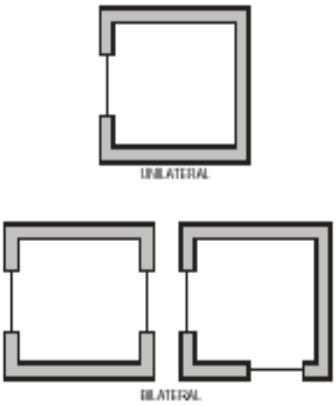
شكل (57) يوضح افضل نسبه لعرض ردهة مركزية هى نسبة 1:1الارتفاع المبنى

ويتطلب الردهات الرئيسية كمية كبيرة من الطاقة لانها تعمل على تسخين وتبريد الحمل الحرارى بالكامل،ويمكن ان يكون اكثر فاعلية بينما يكون غير مشروط كليا او جزئيا للمداخل او الممرات الداخلية.

نوافذ وفتحات داخلية فى الردهة

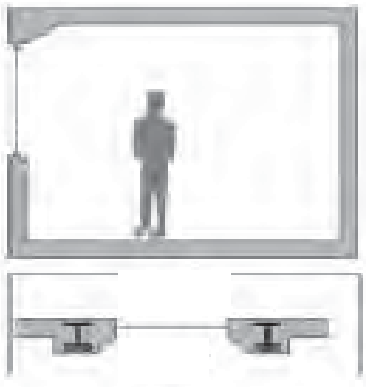
النوافذ المواجهة للصالة الرئيسية لها امكانية ضوء الشمس،وتشبه تلك النوافذ التى تواجه فناء مفتوح،لكنه خفضت الفقد الحرارى والضوضاء،اما اماكن الفتحات مع الانعكاس العالى فى الصالة الرئيسية يمكن ان يخترق الضوء الى عمق اكثر .

- اماكن النوافذ على حائطين



توزيع الاضاءة الافضل يمكن ان يكون فى المساحات التى بها نوافذ فى الحائطين كما فى شكل (58) وبمعنى آخر الاضاءة الثنائية،استعمال اضاءة ثنائية بالاضافة الى الاحآدية حين يكون من الممكن وضع نوافذ فى اثنان من الحوائط بدلا من واحد،هكذا سوف يزيد توزيع افضل للاضاءة ويقلل الوهج الضوئى،كما ان النوافذ سوف تضىء بدورها الحائط المجاور وهكذا يقلل التغاير بين كل نافذة والحائط المقابل . شكل (58) يوضح اسلوب تصميم نوافذ فردية وثنائية

- التعرض الخارجى لزيادة ضوء الشمس



المكونات المعمارية مثل التجويف العميق او الزعانف الخارجية والالواح الخفيفة،تستطيع تحسين توزيع ضوء الشمس وتقلل الابهار الضوئى والضوضاء،واطار النافذة وبشكل اكثر تحديد جانب النافذة بين اطارها وبين السطح الخارجى للجدار يجب ان يكون بين 23 – 30 سم بزاوية 60 درجة شكل(59)

شكل(59) يوضح استخدام اطارات النوافذ

2-1-5 اختيار الالوان

اختيار الالوان الفاتحة لمواد الاسطح الخارجية،لان معظم ضوء الشمس ينعكس الى الداخل بواسطة الالوان الفاتحة اكثر من الالوان الداكنة،على اى حال التزجيج او الاسطح العاكسة سيكون اكثر ميلا الى الابهار الضوئى خاصة اذا كان الضوء مباشر. الاسطح ذات الالوان الفاتحة ستخفض ايضا احمال التبريد،كما يفضل ايضا ان تكون الالوان الداخلية فاتحة .

- **الخطوة الثالثة :-**

1-3 (محيط الاضاءة الطبيعية)

تحديد المجال البصرى للاضاءة الطبيعية لاختيار نسب النافذة الى حجم الغرفة ومساحة النافذة للتزود بالضوء الطبيعى الكافى حول محيط المبنى .

1-1-3 الاساسيات

لحساب نسبة النافذة المطلوبة بسهوله الى نسبة الحائط للغرفة القياسية (wwr) نفترض النسب التالية

- معامل انعكاس السقف 70 %
- معامل انعكاس الارضية 30 %
- ارتفاع الغرفة 3 متر
- عامل ضوء الشمس المتوسط 3 % باعتبار ان هذه النسبة مناسبة لاكثر حالات الاضاءة العامة،كما ان نسبة عرض النافذة وعرض الحائط يستطيع توجيه اختيار منطقة الزجاج الذى يقلل كلفة الطاقة كما هو موضح فى الجداول التالية (55) :-

عرض المعمل (متر)	عمق المعمل (متر)								
	3			4			5		
	لون الحوائط								
	غامق	متوسط	فاتح	غامق	متوسط	فاتح	غامق	متوسط	فاتح
2	19.3	15.8	10.3	23.8	19.5	13.0	28.3	23.3	15.7
3	16.4	13.5	9.2	19.9	16.5	11.5	23.4	19.5	13.8
4	14.9	12.4	8.6	18.0	15.0	10.8	21.0	17.6	12.9
5	14.0	11.7	8.3	16.8	14.1	10.3	19.5	16.5	12.3
6	13.5	11.3	8.1	16.0	13.5	10.0	18.5	15.8	11.9
7	13.0	10.9	7.9	15.4	13.1	9.8	17.8	15.2	11,7
8	12.7	10.7	7.8	15.0	12.8	9.6	17.3	14.8	11.5
9	12.5	10.5	7.7	14.7	12.5	9.5	16.9	14.5	11.3
10 +	12.3	10.4	7.6	14.4	12.3	9.4	16.6	14.3	11.2

جدول(14 - 15) يوضح العوامل الهندسية للمعامل

لاستخدام هذا الجدول نختار عمق المعمل ولون الحوائط،ثم نقرأ اسفل عرض المعمل نجد العامل الهندسى النموذج المناسب للمعمل،ثم نختار نوع الزجاج ذو النفاذية المطلوبة من الجداول (17-18-19) ثم يتم حساب WWR وهى نسبة حجم النافذة الى نسبة حجم الحائط بامعادلة التالية حيث wcrهى اختيار منطقة الزجاج

$$WCR = \frac{RoomGeometryFactor}{V_T \cdot \theta} \qquad \text{(expressed as a fraction)}$$

الفتحات : هناك خطأ شائع وهو زيادة نسبة المساحة المفتوحة فى المناطق الحارة ، والمدن الجديدة ، ولكن الصحيح هو الحد من الفتحات حتى أنه يجب ألا يزيد عن 15 : 25 % من اجمالى مسطح المساحات المبنية فى المناطق الحارة . كذلك هناك العديد من الحلول التى يمكن أن تستخدم فى الفتحات كالمشربيات ولكن يمكن تصميمها بتكلفة اقتصادية ، كذلك هناك الكلوسترا والكاسرات الشمسية الأفقية والرأسية .

ان دراسة حركة الهواء لها تأثير كبير فى توفير البيئة الملائمة داخل المبنى ، كما أن وجود الفتحات يوفر الاضاءة وأشعة الشمس وتيار الهواء الملائم للمبنى الصحى والبيئى .

-حجم النوافذ العلوية

مع فتحات الاضاءة العلوية زاوية التعرض للسماء θ يجب ان تكون فى حدود من 90 :180 درجة للنوافذ السقفية الافقية لغرفة قياسية :-

انعكاس السقف = 70 %

عرض الغرفة = طول الغرفة

انعكاس الارضية = 30 %

متوسط عامل ضوء الشمس = 3 %

مساحة ارضية المعمل (متر مربع)	ارتفاع المعمل (متر)								
	4			7			10		
	لون الحوائط								
	غامق	متوسط	فاتح	غامق	متوسط	فاتح	غامق	متوسط	فاتح
10	15.4	12.6	8.2	13.8	11.0	6.6	13.1	10.4	5.9
30	18.1	15.2	10.9	15.3	12.5	8.3	14.2	11.5	7.0
50	20.0	17.0	12.8	16.4	13.5	9.2	15.0	12.2	7.8
70	21.5	18.4	14.3	17.3	14.4	10.1	15.6	12.8	8.4
90	22.8	19.7	15.6	18.1	15.1	10.9	16.1	13.3	8.9
110	23.9	20.8	16.7	18.7	15.7	11.5	16.6	13.7	9.4
150	26.0	22.8	18.8	19.9	16.9	12.7	17.4	14.5	10.2
170	26.9	23.7	19.7	20.4	17.4	13.2	17.8	14.9	10.6
200	28.1	24.9	20.9	21.2	18.1	14.0	18.3	15.4	11.1

جدول (15)

لاستعمال الجدول يتم ببساطه اختيار ارتفاع غرفة ولون الحائط وبعد ذلك العوامل الهندسية للغرفة كمساحة ارضية الغرفة، وانتقاء نوع الزجاج المرئى ثم يتم حساب WCR :-

WCR = room geometry factor / Vt . ≡

(حيث Vt هى مقياس الضوء المشتت او المنكسر الذى يمر من خلال الزجاج)

منطقة الزجاج المطلوبة يمكن ان تحسب بمضاعفة WCR بمساحة السقف،ومساحة النافذة الكلية تحسب ضعف بحوالى 2.5 .

3-1-2 مجال الرؤيا :-

ان تشتيت الضوء المرئى المنعكس هو ما يعرف بالرؤيا المشتتة من الزجاج يكون عادة مدروس لكلا الجانبين فيكون له تأثير المرآة الداخلية فى الليل.

- معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC) ،هذا المقياس هو نسبة مجموع الاشعة الشمسية النافذة الى الطاقة الشمسية الساقطة على الزجاج،وهذه النسبة تتراوح بين صفر الى (1)،وهذا اشارة الى المجموع الكلى للحرارة المنقولة من الاشعاع الشمسى . وكان يعرف قديما معامل التظليل (SC) بأنه نسبة الحرارة الشمسية المكتسبة من الزجاج الى الزجاج الفردى الشفاف

SHGC ×SC = 1,15

- قيمة معامل (U) هو قيمة مقياس لانتقال الحرارة خلال الزجاج لكل اختلاف فى درجة الحرارة عبر النافذة يعبر عنها وات / متر مربع .

(UV) هى النسبة المئوية من الاشعة الفوق بنفسجية النافذة من خلال الزجاج .

الانتقائية الطيفية لمادة الزجاج تعكس الاطوال المختلفة للاشعة الشمسية،الزجاج يمرر الضوء المرئى لكنه لاينفذ حرارة الاشعة التحت حمراء الغير مرغوبة.

3-1-3 الاساليب

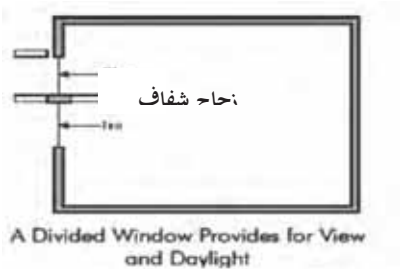
- استخدام النوافذ الشريطية للاضاءة الموحدة لمكتب .

- مساحة النوافذ الشريطية الطويلة بدلا من النوافذ المنفردة ستمد الغرفة باضاءة كافية افضل .

- النوافذ المستخدمة فى مناطق العمل يجب ان تكون مواجهة للشمال وان تكون المكاتب بين النوافذ لحمايتها من الوهج وحيث ان النوافذ تسبب فقد حرارى كبير فيستخدم غاز الارجون المنخفض بين طبقات الزجاج .

- لتحسين الاضاءة الطبيعية بحيث ان تسيطر على الابهار الضوئى كما فى شكل(60) السيطرة الجيدة على الابهار او الوهج يجب ان يوضع فى الاعتبار لكل من التزجيج وانواع

وسائل التظليل ،يزود التصميم او البناء بفاصل بصرى يمكن ان يستخدم لعمل ربط برف خفيف او تظليل .

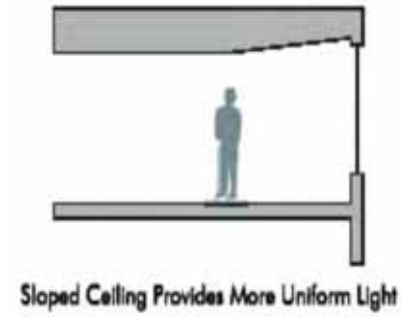


A Divided Window Provides for View and Daylight

- الزجاج العلوى يجب ان يكون شفاف وواضح مع امكانية شفافية عالية،اما النافذة السفلى يجب ان تستخدم زجاج ذو نفاذية اضاءة اقل .

شكل(60) يوضح اسلوب تصميم الارفف للحصول على التظليل والرؤية والاضاءة الطبيعية

- لايفضل النوافذ الكبيره جدا،فى معظم الحالات مساحات النوافذ التقليدية (30 % WWR وهى نسبة مساحة النافذة الى مساحة الحائط) يستطيع ان يمدنا باضاءة طبيعية كافية اذا استخدم زجاج شفاف نقى .
- النوافذ الكبيرة الحجم تساهم فى نفاذية مفرطه للحمل الحرارى والبروده ايضا،وتعطى احساس بعدم الراحة .
- لزيادة ارتفاع النافذة يستخدم سقف منحدر شكل (61)



شكل (61) قطاع عرضى يوضح السقف المنحدر لزيادة الضوء الطبيعى الموحد

اعلى النافذة لتوجيه الضوء الى الاسقف ثم الى عمق الغرفة،كذلك نحصل على اضاءة موحدة اكثر ،والسقف يجب ان يكون املس ذو الوان فاتحة .

- استخدام الزجاج فى المناطق غير المرئية مثل اقل من ارتفاع سطح العمل يعطى اقل نفع للاضاءة الطبيعية وفقد للطاقة،وقد يسبب برودة فى الشتاء . اقل تغاير بين النافذة والحائط يسبب وهج او ابهار بصرى اذا كانت الحوائط المجاورة فاتحة اللون نسبة الى النوافذ،لذلك نلجأ الى احد وابسط وسائل التظليل وهى جعل النافذه غائرة فى تجويف الحائط مع تدوير او تفلطح الحواف الخارجية،فيعمل على الانتقال البسيط وهو اكثر راحة العين ،شكل (62)

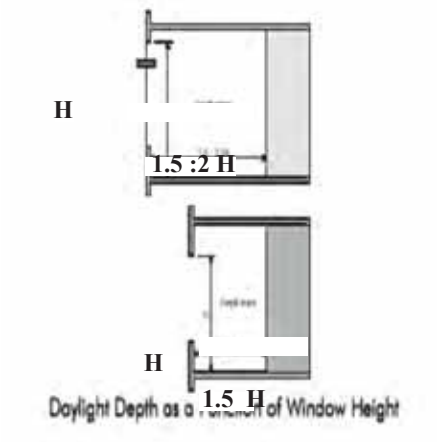
بالاضافة الى ان استعمال نوافذ افقية وليست عمودية وجد انها تعطى توزيع افضل للاضاءة .

شكل (62) يوضح الحدود الداخلية للنافذة التى تعتبر المقطع الانتقالى

حجم الغرفة بالنسبة للاضاءة الطبيعية

اختراق الضوء للسقف المثالى بحوالى 1.5 مره من ارتفاع النافذة القياسى،وتزيد هذه النسبة الى حوال 2.5 مرة للنوافذ المستخدمة ارفف عاكسة او نوافذ موجهة للجنوب تحت ضوء الشمس المباشر.

هذا يعنى بأن مع النافذة القياسية وارتفاع السقف ضوء الشمس الكافى يجب ان يكون متوفر خلال 4:5 متر من الشباك (7متر مع الارفف الخفيفة)،اما العمق بعد هذا الحجم سيتطلب اضاءة اضافية اثناء اليوم ،شكل (63)



شكل (63) يوضح عمق الاضاءة الطبيعية حسب ارتفاع النافذة

الارفف الخفيفه

- الارفف المضيئة هى عواكس افقية توضع تحت العتب العلوى للنلفذة وهى تعمل على ادخال الضوء الى عمق الغرفة،اذا وضعت بشكل صحيح تستطيع تحسين توزيع الاضاءة فى الفراغ بواسطة تخفيض الوهج وتوزيع افضل للضوء،والشكل (64) التالى يوضح انعكاس او ميول مثالى داخل الغرفة بواسطة الارفف .

تستعمل الارفف داخليا وخارجيا وبالرغم من ان الارفف الخارجية تمدنا بتوزيع اضاءة جيدة،فان استخدام الارفف الداخلية وخارجيا يوصى بها لاضاءة مثالية طوال العام .

تستخدم الارفف للتظليل للتحكم فى الوهج شكل(65) .

شكل (64 - 65) يوضح توزيع الاضاءة بواسطة الارفف الفتاحه والارفف الداخلية والخارجية

كما ان الارفف يستحب ان تكون فاتحة اللون وكذلك الاسقف والاسطح العلوية بحيث تكون الالوان الفاتحه مط والاسطح ملساء يفضل ان تكون غير مرئية من اى نقطة الى الفراغ .

التصميم الداخلى وتخطيط خارجى

يفضل وضع الاثاث بحيث يمكن الوصول الى اقصى اضاءة طبيعية،يجب التأكد من ان قطع الاثاث لاتعوق وصول الاضاءة الطبيعية للداخل .

تقسيم الفراغ

يقسيم الفراغ لتحسين الاضاءة الطبيعية بالفواصل التى يجب ان توضع عمودية الى النافذة وتغطى بمادة بلون فاتح يعكس الضوء ،اذا كانت الفواصل لابد ان توضع متوازية مع النوافذ نحتفظ بالارتفاع منخفض بقدر الامكان لتحقيق الحد الاقصى من وصول ضوء الشمس لعمق الغرفة .

ولاضاءة الصالات والممرات تستخدم فيها الفواصل الشفافة،فالاضاءة من المكاتب المحيطة تستطيع ان تخفض متطلبات الاضاءة فى الممرات باستخدام حواجز مصنوعة من مواد شفافة او نصف شفافة بارتفاعات منخفضة،وهذه الحواجز يمكن ان تكون حواجز زجاجية او عوارض حول الابواب .

تجنب استخدام الالوان الداكنة التى تقلل اختراق ضوء الشمس فى الفراغ،كما ان للالوان اهميه فسيولوجية على صحة ونفسية وتركيز العاملين وكذلك تعمل على توزيع خفيف للضوء باستخدام اضاءة ملونه او اسطح ملونه مثل الاطارات للنوافذ والابواب،استخدام الضوء الملون والاسطح الملونه يساعد على توزيع جيد للاضاءة داخل الفراغ،كما ان لون الحائط الخلفى للغرفة مهمة لتحسين اتساق توزيع الضوء،وهو ما يوصى به IESNA (63) بالاسطح العاكسة لعمل تصميم للاضاءة الطبيعية المثالى كما يوضحه جدول (16) (63) :-

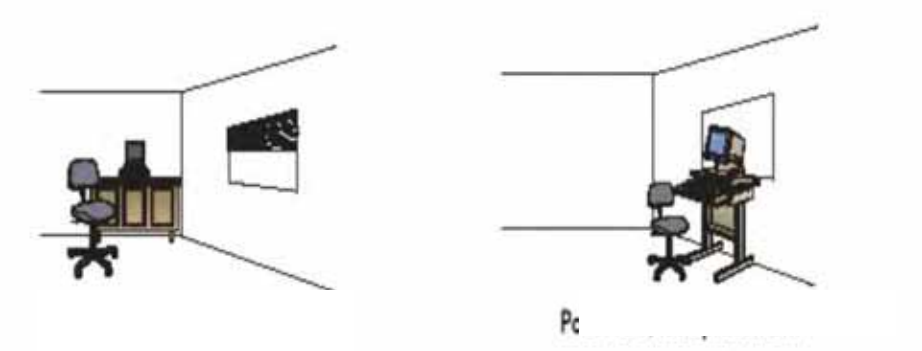
لتجنب الوهج المفرط يفضل استخدام مواد النهو للارفف ان تكون بطلاء معدنى بدلا من الاسطح العاكس او اللامعة مثل المرآه .

المسطح	معامل الانعكاس (%)
السقف	80
الحوائط	70 – 50
الارضيات	40- 20
الاثاث	45 - 25

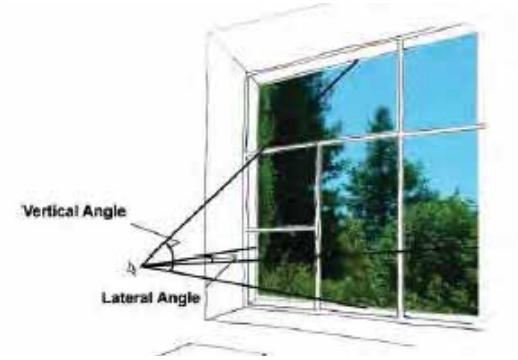
جدول (16) يوضح نسبة معامل الانعكاس للاسطح *

كما لايفضل وضع شاشات الحاسبات امام النوافذ ويفضل ان توضع عمودية على النافذة وبعيدا عن ضوء الشمس المباشر شكل (66) .

ولاماكن العمل الفردية تزود باختيارات التحكم مثل الستائر الافقية لاعطاء ظل ملائم مميز.



شكل (66) افضل وضع للاثاث بالنسبة لفتحة الاضاءة

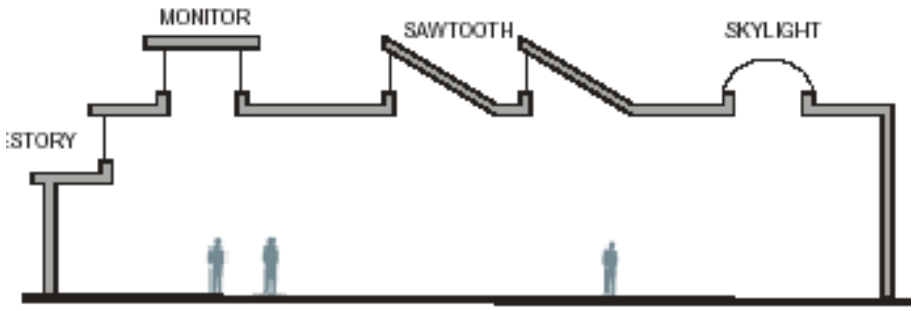


- **الخطوة الرابعة :-**

4-1 اضاءة مركز المبنى بضوء طبيعى (مركز الاضاءة الطبيعية)

4-1-1 الهدف :- اتخاذ قرار بنوع الزجاج المستخدم ونسبته وحجمه والتصميم الداخلى للامداد بالاضاءة الطبيعية لمركز المبنى .

4-1-2 الاساسيات :- هناك عدة طرق للاضاءة السقفية او العلوية منها ضبط توجيه المناور والشكل التالى (67) يوضح الامكانيات المختلفة لاساليب الاضاءة الطبيعية .



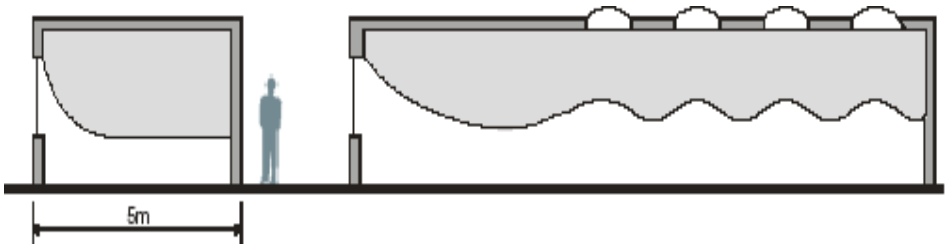
شكل (67) يوضح امثلة لاستراتيجية الاضاءة العلوية

4-1-3 الاستفادة :- الفوائد الرئيسية للاضاءة العلوية على الاضاءة الجانبية

الفتحات السقفية يمكن ان تزيد الاضاءة على المناطق الاكبر ولعمق اكثر داخل الفراغات البعيدة عن الواجه،بينما الاضاءة الجانبية المثالية مفيدة لمسافه حوالى 3 : 5 متر الاولى من فتحة النافذة داخل فراغ الغرفة .

امكانية الاضاءة الموحدة والعالية (خصوصا بنوافذ سقفية) شكل (68) .

الاضاءة العلوية هى الافضل فى اضاءة المساحات الكبيرة .



شكل (68) يوضح تحسين توزيع الاضاءة فى المساحات العميقة بواسطة الاضاءة العلوية

العيوب الرئيسية للاضاءة السقفية مقارنة بالاضاءة الجانبية

1- عدم التظليل المناسب،هناك امكانية تزايد انعكاسات الاسطح اللامعة والوهج المباشر .

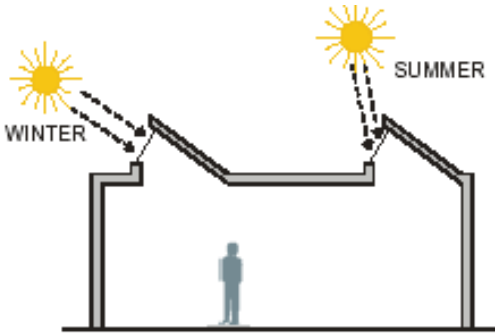
2- تباين عالى فى مكان العمل الذى يسبب خلل للرؤية .

3- الفتحات العلوية لاتعطى مجال للرؤيا الخارجية حتى مصدر الضوء يكون اعلى من مستوى النظر.

4- الاضاءة العلوية ليست عمليه للمبانى متعددة الادوار ماعدا الطابق العلوى منها .

4-1-4 الاساليب :- استراتيجيات تصميم النوافذ السقفية والمنحدرة لمستويات اضاءة عالية

- الانواع

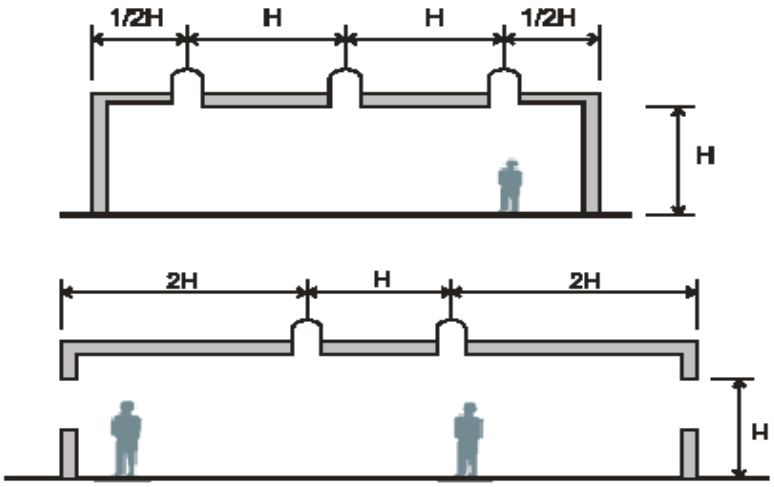


افقى – مقوس بعض الشىء – منحدر او هرمى شكل(69)،تستقبل النوافذ السقفية الكثير من الاضاءة الطبيعية المباشرة خاصة اثناء الاشهر الصيفية،وهى اكثر ملائمة للمبانى الغير مكيفة، والاختيار المبدئى لهذه الفتحات اولا المستوى العالى للاداء ،ثانيا تبريد الحمل الحرارى اثناء الصيف .

شكل(69) يوضح انواع النوافذ السقفية المائلة لتجميع الاضاءة فى مختلف المواسم

- المساحة

الابعاد والمساحات تكون طبقا لارتفاع السقف،فالمسافة بين النوافذ السقفية لابد ان تساوى نسبة ارتفاع السقف عن الارض،وتنسيب الفتحات السقفية يعتمد على وجود النوافذ التى يمكن ان يتحركوا اكثر الى الداخل حسب موقع النوافذ الجانبية كما فى الشكل (70) وحجم الفراغ هو الذى يتم على اساسه تحديد عدد النوافذ السقفية المستعمله .

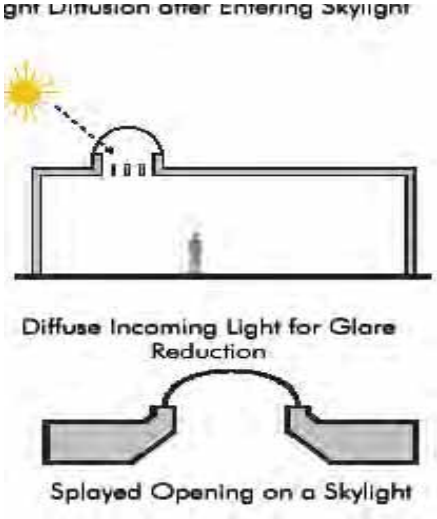


Skylight Placement as a Function of Building Height

شكل (70) يوضح موقع النوافذ السقفية حسب ارتفاع المبنى

- الاستعمال

تستعمل النوافذ السقفية المائلة لتحسين الاضاءة بين اشهر الشتاء والصيف،ميل النافذة ناحية الشمال اوالجنوب



لتجميع اضاءة اكثر فى الشتاء واقل فى الصيف شكل (71) .

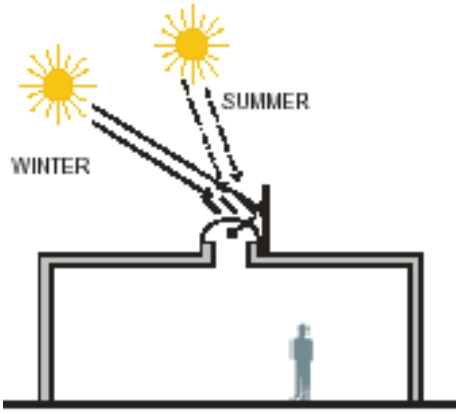
فنجد ان النافذة السقفية الافقية المائلة ناحية الجنوب يجب ان يكون الموقع اعلى من خط عرض 23,5 درجه .

والنافذة السقفية المائلة ناحية الشمال فى موقع اعلى من خط عرض 23,5 درجة تستقبل الحد الاقصى من ضوء الشمس بكمية اقل من اشعة الشمس المباشرة التى تدخل المبنى .

شكل (71) يوضح وسائل تحسين اداء النوافذ السقفية

- الموقع

يمكن ان تصمم اماكن الفتحات السقفية فى جميع الحوائط،ويفضل اعلى الحائط الشمالى بشكل خاص لانه سيعمل على عكس ضوء مستفيض وسيعمل على توازن الضوء الذى يدخل من النوافذ الجنوبية شكل (72) .



يمكن تجنب الانعكاسات والوهج باستخدام مصدات او حواجز لحماية مصادر الضوء،اوبعكس الضوء من السقف،ولمنع مشاكل الوهج او الابهار الضوئى الشديد يستعمل الزجاج النصف شفاف اذا لم يكن هناك مانع من حجب الرؤيا الخارجية ،وتكون الفتحات مفلطحة فى النوافذ السقفية وتعطى توزيع افضل عندما يكون جوانب بئر الفتحة السقفية منحدر الى الخارج .

شكل (72) يوضح استخدام ادوات التظليل الموسمية

- استعمال مظلات وعاكسات

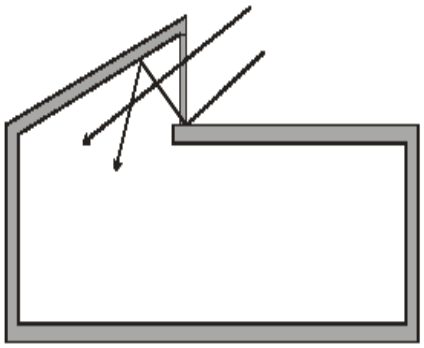
لتحسين اداء النوافذ السقفية يظلل النافذة السقفية من الشمس صيفا وتعكس الاشعه الشمسية شتاءا مستخدما عواكس بيضاء .

- استخدام اسقف مرتفعة لتقليل الوهج

فى الغرف ذات المستوى العالى والضيق سوف يقل الوهج بينما مصدر الضوء سيكون خارج مجال الاشغال المرئى،كم ان الضوء قادر على الانتشار قبل الوصول الى الارضية،استخدام العواكس الداخلية لانتشار ضوء الشمس ولتخفيض الوهج يستعمل عواكس مائلة شكل (73) .

شكل (73) يوضح عاكس داخلى لتوزيع الاضاءة وافضل موقع الرؤية للنوافذ السقفية

- **استراتيجيات المناور والادوات المساعده (شاشات ضبط الاضاءة)**
- **استعمال** المناور بدلا من نوافذ سقفية افقية ،او استعمالها عمودية او شبه عمودية لتجنب المشاكل المشتركة مع نوافذ سقفية افقية شكل (74) (مجمعة الحرارة فى الصيف والحرارة والضوء فى الشتاء)،المناور يجب ان تتجه جنوبا او شمالا ،اما اذا وجهت الى الجنوب يجب ان يكون له وسائل تظليل،والمتجهة ناحية الشمال يميل بزاوية فى اتجاه زاوية ارتفاع الشمس القصوى لزيادة ضوء الشمس بدون وهج (خط العرض فوق 23 درجة)



شكل (74) يوضح نوع من النوافذ السقفيه ليتجنب العديد من مشاكل الاضاءة العلوية الافقية

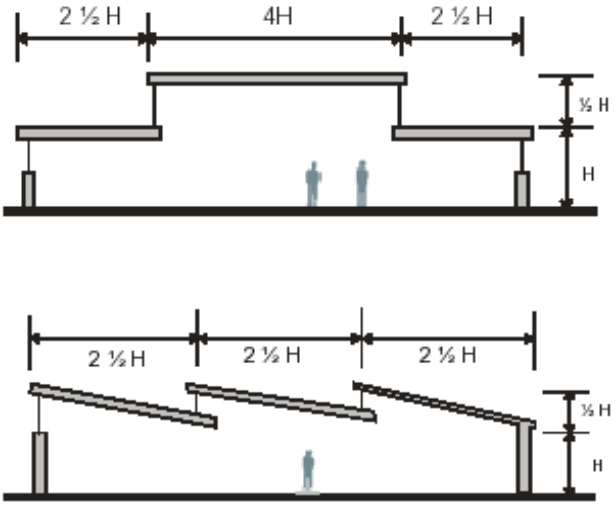
- **توجيه** المناور الى الشمال والجنوب

الفتحات الموجهة للجنوب المفتوحة ستجمع ضوء الشمس اكثر فى الشتاء ويمكن ان يظلل بسهولة من ضوء الشمس المباشر،الفتحات الموجهة شمالا يصل اليها مستوى الاضاءة اقل لكن يدخل الضوء بشكل ثابت بوهج قليل،اما الفتحات الموجهة

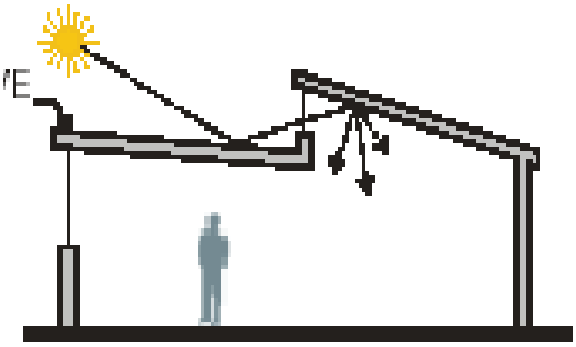
شرقا وغربا يجب ان تتجنب وذلك لصعوبة تظليلها فى زوايا الارتفاع المنخفضة .

- مســـــاحة المنـــاور طبقـــا لارتفـــاع المبنى،هنـــاك توصـــيات بالمســـافات بـــين الفتحات حسب ارتفاع المبنى كما موضح بالشكل (75) .

- الحد الاقصى للضوء المنعكس من سقف عاكس سوف يزيد الاضاءة العالية



شكل (75) يوضح ابعاد المناور حسب وظيفة ارتفاع المبنى



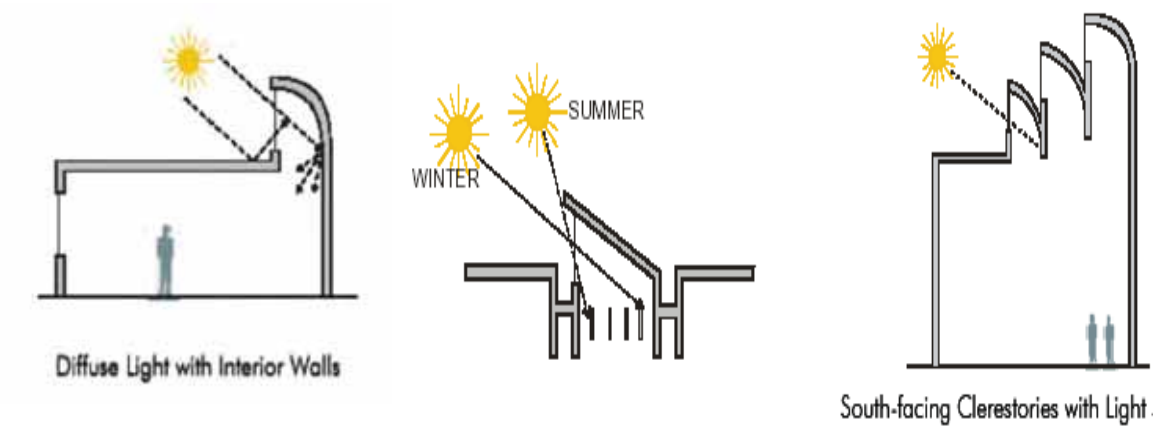
بقوة داخل الفراغ .

الاداء ويكـون اقـل وهجا،والاسـقف العاكسـة ايضـا تخفض الاكتساب الحرارى خـلال السـقف،فاختيار المناور بالشمال والاتجاه الشرقى والغربى تستخدم كالملاقف الشمسية،شكل(76)،كما ان عكس الضوء من الفتحات الكبيرة بالواجهة الجنوبية ينشر الضوء

شكل (76) يوضح استخدام الاسطح العاكسة مع المناور وتجميع ضوء الشمس

استخدام البروزات

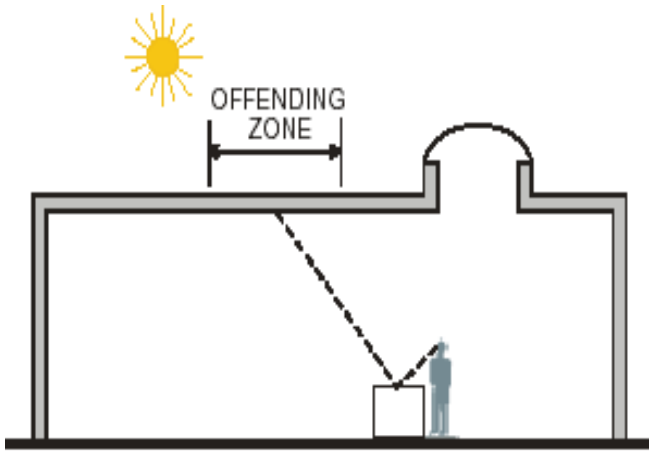
عند تصميم مساحة كمصدات المناور الموجهة جنوبا يمكن ان تستقبل اضاءة عالية بدون وهج ولتجنب ضوء الشمس المباشر والتشتيت الضوئى تستخدم وسائل بسيطة على نحو ملائم مثل البروزات ومصدات الوهج ،والسقف يتميز هو والحائط بالانعكاس العالى كما نرى فشكل(77)



شكل (77) يوضح توزيع الاضاءة بواسطة الحوائط الداخلية

تحدد مكان مناطق العمل بعيدا عن ضوء الشمس المباشر،المكاتب واجهزة العمل الاخرى لايفضل ان تكون معرضة للوهج المباشر .

نوافذ السقف ستخلق وهج اقل اذا كان السقف لونه فاتح،واستعمال السقوف البيضاء بالاضافة للحوائط سيساعدان فى توزيع الاضاءة شكل (78) .



شكل (78) يوضح اهمية اختيار موقع النافذة السقفية لتجنب اشعة الشمس المباشرة

الخطوة الخامسة : 5-1 اختيار النوافذ والزجاج

5-1-1 الهدف : اختيار خواص النافذة لتقليل استهلاك الطاقة وليحقق امكانية الحد الاقصى من الضوء،فاستخدام انواع خاصة من الزجاج للنوافذ التى يصعب فيها التظليل يكون له خواص تخفيض اجمالى انتقال الاشعاع الحرارى وزيادة انعكاسه لمنع الحرارة الغير مرغوبة مع الاحتفاظ بمجال رؤية واضح .

5-1-2 الاساليب :-

الخطوة الاولى فى اختيار النوافذ هو معرفة متطلبات النافذة من U-Value ،او نوع النافذة المطلوبة اى معرفة قيمة (U) (معامل اكتساب الاشعاع الشمسى) للنافذة لان فى اكثر المبانى البحثية والعامة تعتبر النوافذ هى السبب الرئيسى لفقد واكتساب الحرارة ،فمن المعروف ان الشعاع الذى يخترق الزجاج الشفاف او نصف الشفاف جزء منه ينعكس وجزء يمتص والباقى ينفذ مباشرة،والجزء الممتص من الشعاع يعاد انبعاثه الى داخل او خارج المبنى خلال الشعاع الطويل الموجة،والنسبة المتبقية داخل المبنى يعتمد على درجة حرارة الهواء والاسطح المجاورة وسرعة الهواء من كلا الجانبين للعناصر .

فالمجموع الحرارى يعتمد على المواد المصنوعة منها والمساحة وزاوية سقوط الاشعةوالتوجيه والموقع الجغرافى ووسائل التظليل .

فنلاحظ ان امالة الاسطح لها تأثير فى زيادة اكتساب الحرارة فى الصيف،بينما الاكتساب الحرارى للاسطح الرأسية تكون اقل.

نستخدم نوافذ ذات معامل (U) منخفض لتخفيض الحمل الحرارى للمبنى وقيمة معامل (U) المنخفضة سوف تقلل قمة الحمل الحرارى وتستطيع ازالة او تخفيض الحاجة الى تدفئة المحيط،والنوافذ التقليدية التى لها قيمة معامل (U) عالى بسبب استعمال الزجاج الردىء وفواصل واطر معدنية وفجوات حرارية ضيقة وللحصول على قيمة معامل (U) اقل من 1.5 وات /متر مربع يتطلب تصميم نافذة معالجة لتحقيق اداء عالى .

والنوافذ عالية الاداء تكون مكتسبه على الاقل طلاء موفر او مخفض للاكتساب الحرارى كذلك ملىء الزجاج المزدوج بغاز الارجون او مواد عازله واستخدام والاطارات الغير معدنية عالية الاداء مثل الالياف الزجاجية فهى تخفض لكل متر مربع من النافذة حوالى من 30 : 100 دولار تكلفة .

- استخدام الزجاج متعدد الطبقات

تأثير العزل بالهواء المحجوز بين طبقتين من الزجاج يستطيع تخفيض توصيل الحرارة بشكل كبير خلال النافذة .

- استخدام تقنية الفيلم الزجاجى

استخدام فيلم بين طبقتين زجاج فى نافذة مزدوجة سوف يزيد الاداء الحرارى ويزيد الفاعلية الحرارية اربعة اضعاف لتجميع اقل حمل حرارى الى اقل حد .

- استعمال غاز خامل

ان الغازات الخاملة الاكثر شيوعا هى الارجون والكريبتون،والارجون اكثر استعمالا بالرغم من ان الكريبتون له خواص حرارية افضل،لكنه اغلى فى الثمن ولكن من مميزاته انه لايحتاج الى مساحة كبيرة لتحسين الاداء الحرارى مما يعطى ميزة فى تخفيض سمك قطاع النافذة،وتبلغ تكلفة استخدام الغاز الخامل حوالى 3 : 5 دولار/متر مربع للنافذة .

- استخدام طلاءات مخفضة

يستخدم فيلم مضغوط من احد الاكاسيد على الزجاج يساعد على تقليل انتقال الحرارة الاشعاعية،وهى لها مستوى رؤية عالى.

يلخص الجدول التالى (17) انواع زجاج نافذة رئيسية (كبيرة) وقيمة متوسط (U) معامل اكتساب الاشعاع الشمسى للنافذة

انواع الزجاج	معامل اكتساب الاشعاع الشمسى (U) لمركز الزجاج (w/m2k)	اجمالى معامل الاكتساب الاشعاع الشمسى للنافذة (w/m2k)	
	زجاج بدون اطار	اطار نموذجى	اطار عالى الكفاءة
زجاج فردى	5.91	6.30	5.90
زجاج مزدوج	2.73	3.51	3.03
مزدوج ملون (غامق)	1.70	2.63	2.19
مزدوج ملون (فاتح)	1.42	2.39	1.94
زجاج ثلاثى الطبقات	1.76	2.63	2.22
ثلاثى ملون (غامق)	1.25	2.19	1.79
ثلاثى ملون (فاتح)	0.80	1.79	1.40

جدول(17) (15) يوضح قيمة معامل اكتساب الاشعاع الشمسى لانواع الزجاج والنوافذ المختلفة

نفاذية الزجاج للضوء / معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC) لانظمة الزجاج(نسبه مئوية %)					
انواع الزجاج	شفاف	ملون ازرق/اخضر	انتقائى طيفى	رمادي	انعكاس

زجاج فردى	81/89	62/75	51/71	56/43	29/20
زجاج مزدوج	70/78	50/67	39/59	44/40	21/18
مزدوج ملون (غامق)	65/73	45/62	34/55	39/37	20/17
مزدوج ملون (فاتح)	37/70	29/59	27/53	24/35	15/16
زجاج ثلاثى الطبقات	61/70	42/59	34/53	40/34	19/17
ثلاثى ملون (غامق)	56/64	38/55	31/52	36/32	17/15
ثلاثى ملون (فاتح)	31/55	29/52	27/50	26/30	13/14

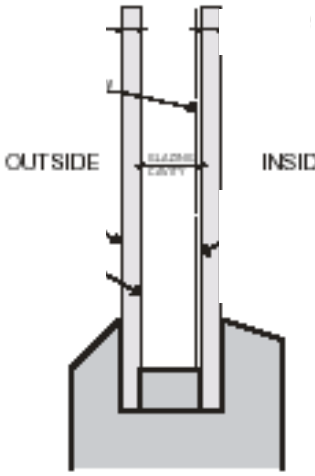
جدول(18) (15) جدول نموذجى يوضح نفاذية الضوء وقيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى لانظمة الزجاج المختلفة

- استخدام انواع مختلفة من الفواصل

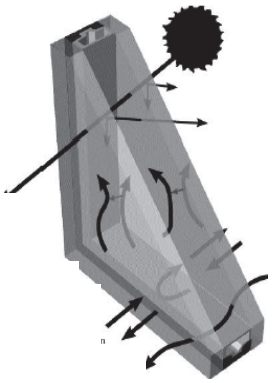
الاداء الحرارى الجيد يمكن ان تحصل عليه باختيار انواع العزل المختلفة ،والفواصل الغير معدنية فى النوافذ،وليس فقط عزل الفواصل تخفض معامل (U) لكن الهدف الرئيسى تقلل التكثيف للرطوبة،ونجد ان الاطارات المعدنية غير ملائمة بالرغم من متانة المعدن ،لكنه موصل جيد للحرارة بعكس الخشب والفنيل،فمادة الفنيل لها خواص حرارية تشبه الخشب،وبالرغم من كبر حجم النافذة لها خواص تقليل الحمل الحرارى الا انها يجب ان تعزز بالمعدن.

اطارات الالياف الزجاجية ذات وزن هيكلى خفيف ومقاوم للعناصر الطبيعية شكل (79)،ولها موصلية حرارية منخفضة وفقد حرارة صغير ،وقوة الالياف الزجاجية تعطى امكانية تخفيض مساحة مقاطع الاطار للنافذة وتجعله اقل سمكا واكثر طولا بالنسبة للمساحة الكلية النافذة،وعيوبه الاساسية ارتفاع ثمنه .

شكل(79) يوضح قطاع عرضى فى اطار من الالياف الزجاجية لنافذة ثلاثية الزجاج



من المعروف ان القطاعات او الفجوات الحرارية الضيقة داخل اطارات النوافذ لها خاصية العزل الحرارى واذا كانت ضيقة تكون غير فعالة،فالفجوة يجب ان تكون على الاقل بعرض 8 مم ،وهى متوفرة بقطاعات 25 : 50 مليمتر وقد يصب فى الفراغات مواد عازلة كما فى شكل(80)



شكل (80) قطاع نموذجى يوضح تجميع نافذة مزدوجة الزجاج

- انواع الطلاءات المخفضة للاكتساب الحرارى

هناك نوعان من الطلاءات المخفضة للاكتساب الحرارى اما ناعمه وصلبة او خشنة،وكل منهما لها قوة لتخفيض الاشعاع الحرارى المفقود فى وحدة النافذة المغلقة ولهم خواص نقل حرارى مختلفة،لذلك كل طلاء له فوائده تعتمد على الخواص المطلوبة للنافذة .

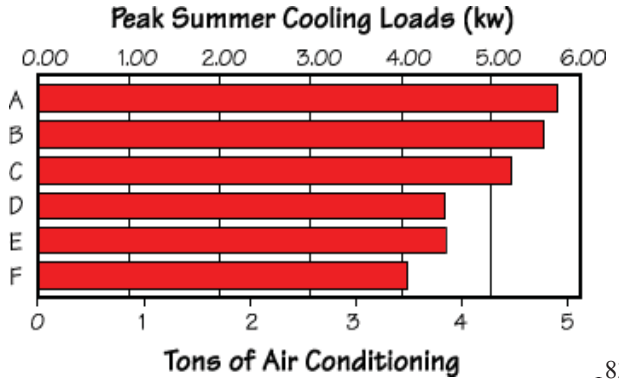
www.frameplus.net

فاستعمال الزجاج الملون الازرق والاخضر (لون انتقائى طيفى) او الزجاج الرمادى العاكس مصمم خصيصا للرؤيا الجيدة والاكتساب الحرارى المنخفض .

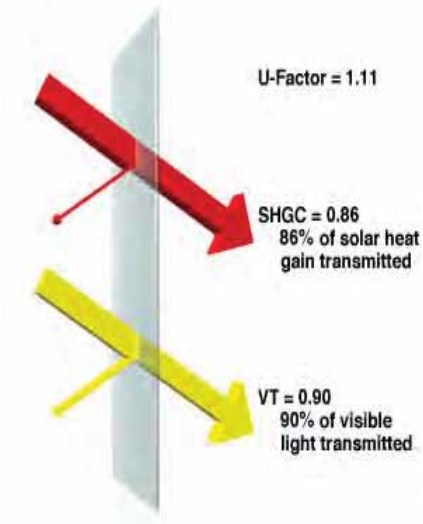
هذه الطلاءات ترش على النافذة لتحقيق قوة اشعاع منخفضة،وهى مناسبة للمبانى الكبيرة التى تحتاج احمال تكييف عالية،وتصنع مع الزجاج وهى متينة ولها مدى رؤية عالى،كما انها تناسب المبانى الصغيرة التى لاتستعمل التكييف بكثرة .

www.efficientwindows.org/

النوافذ عالية الاداء ليس فقط تحسن الاداء الحرارى بل وتحفظ استهلاك الطاقة ايضا وخاصة فى المناخ القاصى صيفا . ويتوقف على نوعية النوافذ نوعية التدفئة والتكييف فى المبنى،وقد تم دراسة بعض الحالات المستخدمة للنوافذ عالية الكفاءة بعمل محاكاه لمبنى الدراسه وكانت النتيجة تحسن كبير فى تخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية بحوالى 30 % ، شكل(81) .



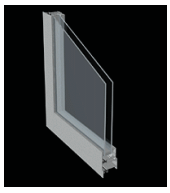
ملاحظة: ان هذه الاحمال القصوى حسبت من تجارب كدراسة مرجعية لنوافذ المبنى فى محيط 2000 قدم × 300 قدم فى مدينة فينكس – اريزونا .



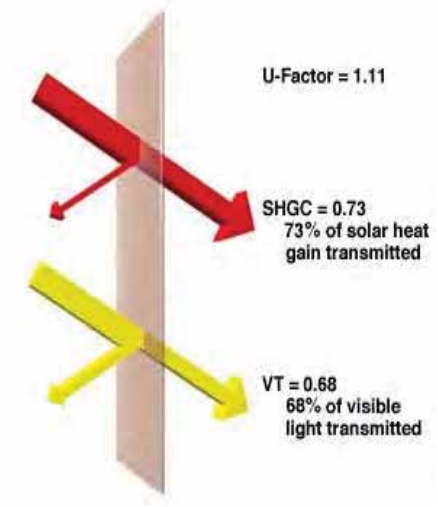
نموذج النافذة **A** (نافذة احادية الزجاج الشفاف)

يصور هذا الوقم الموضح بالشكل (أ -1) اداء نافذة زجاج شفاف تعتبر مثالية نسبة الى انواع التزجيج الاخرى،النافذة احادية الزجاج الشفاف تسمح بنفاذية كمية كبيرة من الطاقة وذلك يعتمد على الظروف المناخية،بينما تسمح بدخول ضوء الشمس بدرجة اعلى .

شكل (أ -1)مواصفات النافذة الكاملة – احادية الزجاج الشفاف،طبقا لقياسات معمل موضحة فى جدول (ب -1)

النوع / الخصائص							
الاطار	الالومنيوم	الالومنيوم بالفجوه الحرارية	الخشب	خشب كسا	الفنيل	الاطر المهجنة	الفنيل المعزول
معامل الاضاءة (u)	1.25	1.08	,90	,90	,90	,90	
معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC)	,76	,70	,63	,63	,63	,63	
نفاذية الضوء tv	,74	,69	,64	,64	,64	,64	

نموذج النافذة **B** (نافذة بزجاج احادى ملون بصبغة زجاجية برونزى او رمادى)

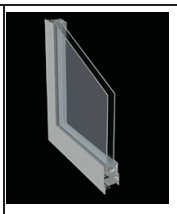


تصور هذه القياسات اداء نافذة من الزجاج الاحادى بصبغة زجاجية بلون برونزى او رمادى،والغرض الرئيسى من الزجاج الملون ان يخفض اكتساب الحرارة الشمسية شكل (أ – 2) ولكنه يخفض ايضا الضوء المرئى مقارنة مع الزجاج الشفاف او حتى مع الانواع الملونة الاخرى مثل

الصبغات الخضراء والزرقاء التى تعطى ضوء لطيف بنسبة اعلى .

شكل (أ -2)

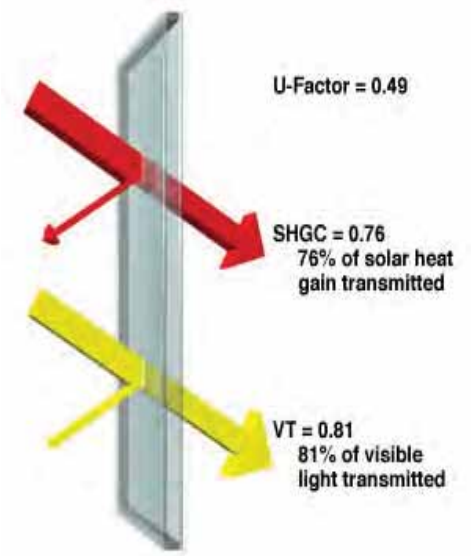
الزجاج الملون مفيد فى حالة السيطرة على الابهار الضوئى (الوهج)،لكن المقارنه بين اختيار تخفيض الحرارة الشمسية والحصول على الاضاءة الطبيعية القوية قد يؤدى الى اختيار البدائل الاخرى مثل الزجاج الملون عالى الاداء او المعتدل الاداء،مع ملاحظة ان الصبغة ليس لها تأثير على عمل الاضاءة (u) لكن تخفض اكتساب الحرارة الشمسية الذى يكون غير محبب صيفا ومرغوب شتاء،اى انه يعتمد على الظروف المناخية وتوجيه المبنى . مواصفات النافذة الكاملة - نافذة بزجاج احادى ملون بصبغة زجاجية برونزى او رمادى موضحة بجدول (ب -2)

النوع / الخصائص							
الاطار	الالومنيوم	الالومنيوم بالفجوه الحرارية	الخشب	خشب كسا	الفنيل	الاطر المهجنة	الفنيل المعزول
معامل الاضاءة (u)	1.16	1.08	84,	90,	90,	90,	
معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC)	,65	,60	,54	,54	,54	,54	
نفاذية الضوء	,56	,52	,48	,48	,48	,48	

نموذج النافذة C نافذة زجاج مزدوج شفاف

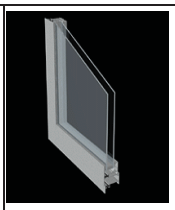
يوضح شكل (أ -3) مثال لنافذة مزدوجة الزجاج والطبقتين من الزجاج الشفاف وبينهما فراغ جوى .

ومقارنة بالزجاج الفردى الشفاف فهو يخفض فقد الحرارة الى النصف بسبب مجال العزل او الفراغ الجوى بين الطبقتين وكذلك يقلل اكتساب الحرارة،كما انه يسمح بنفاذ الضوء الطبيعى بدرجة عالية .

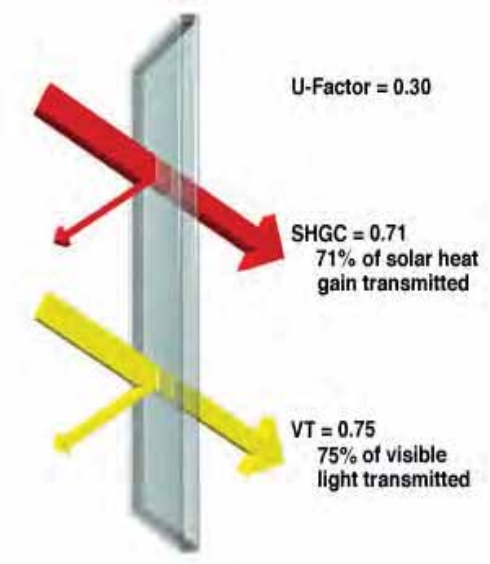


شكل (أ -3)

مواصفات النافذة الكاملة – نافذة بزجاج مزدوج شفاف موضحة بجدول (ب -3)

النوع / الخصائص							
الاطار	الالومنيوم	الالومنيوم بالفجوه الحرارية	الخشب	خشب كسا	الفنيل	الاطر المهجنة	الفنيل المعزول
معامل الاضاءة (u)	,79	,64	,49	,49	,49	,49	,44
معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC)	,68	,62	,56	,56	,56	,56	,59
نفاذية الضوء	,67	,62	,58	,58	,58	,58	,62

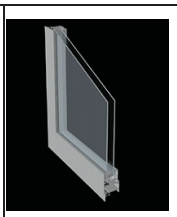
نموذج النافذة **E** نافذة زجاج مزدوج بالزجاج المخفض للاكتساب الشمسى العالى والمكسو بطبقة رقيقة .

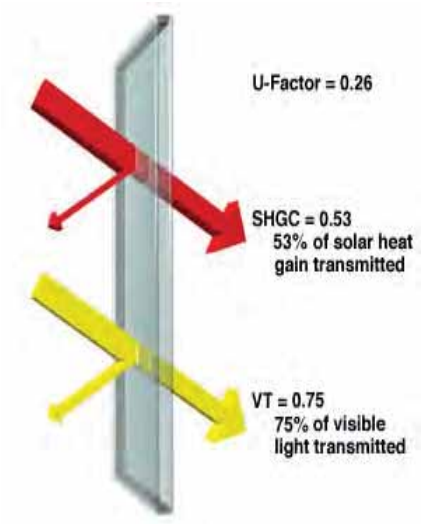


يوضح شكل (أ -4) مثال لنافذة مثالية ذات زجاج مزدوج من انواع الزجاج المخفض للاكتساب الشمسى العالى لما له من خواص مكتسبة بواسطة مادة طلاء رقيقة،ويملىء الفراغ بين الطبيقتين بغاز الارجون ويسمى هذا المنتج pyrolitic وصمم هذا الزجاج لتخفيض فقد الحرارة،وهو افضل الانواع للمبانى فى المناخ الدافىء،وهو مناسب لمشاريع المبانى المصممة بالتدفئة السلبية.

شكل (أ -4)

مواصفات النافذة الكاملة - نافذة زجاج مزدوج بالزجاج المخفض للاكتساب الشمسى العالى والمكسو بطبقة رقيقة،موضحة بجدول (ب -4)

النوع / الخصائص							
							
الاطار	الالومنيوم	الالومنيوم بالفجوه الحرارية	الخشب	خشب كسا	الفنيل	الاطر المهجنة	الفنيل المعزول
معامل الاضاءة (U)	,64	,52	,36	,36	,36	,36	,30
معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC)	,64	,58	,52	,52	,52	,52	,55
نفاذية الضوء(VT)	,62	,57	,53	,53	,53	,53	,57



نموذج النافذة **F** نافذة ذات زجاج مزدوج مطلى بطبقة رقيقة المخفضة للاكتساب الشمسى المعتدل.

تصور هذه النافذة خصائص نافذة مثالية للاكتساب المنخفض للاشعاع الشمسى المعتدل شكل (أ –5)،ويملىء بين الطبقتين بغاز الارجون وفى اغلب الاحيان يسمى هذا المنتج (المنتقله) بسبب عملية الطلاء الزجاجية،تخفض مثل هذه الطلاءات فقد الحرارة كما نها تدخل كمية معقولة من الاكتساب الشمسى مناسبة للمناخ المحيط وهو مناسب للمبانى فى المناخ البارد.

شكل (أ –5)

مواصفات النافذة الكاملة - نافذة زجاج مزدوج المكسو بطبقة رقيقة المخفضة للاكتساب الشمسى المعتدل ، موضحة بجدول (ب -5)

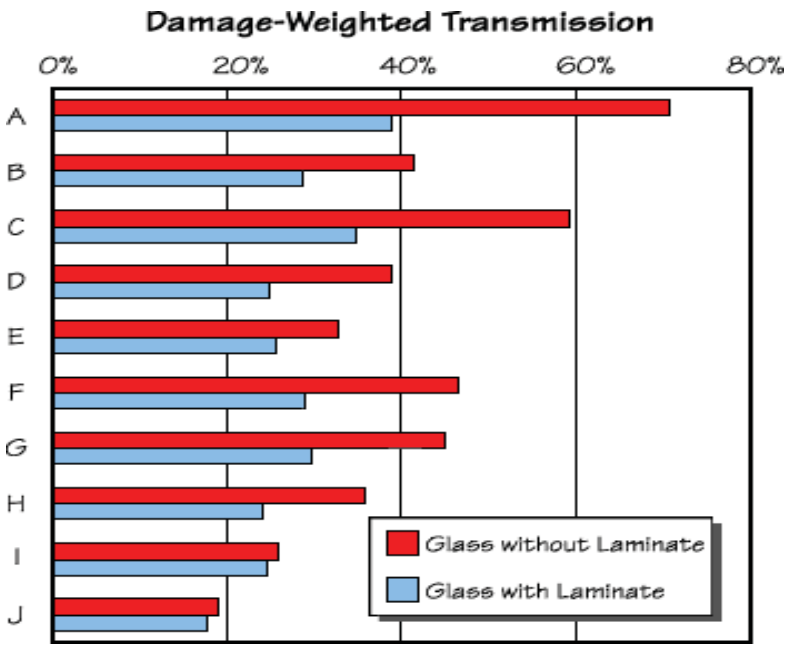
النوع / الخصائص							
الاطار	الالومنيوم	الالومنيوم بالفجوه الحرارية	الخشب	خشب كسا	الفنيل	الاطر المهجنة	الفنيل المعزول
معامل الاضاءة (U)	,61	,49	,33	,33	,33	,33	,27
معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC)	,49	,45	,40	,40	,40	,40	,42
نفاذية الضوء(VT)	,62	,58	,53	,53	,53	,53	,58

انواع نوافذ لتقليل تلف الاثاث

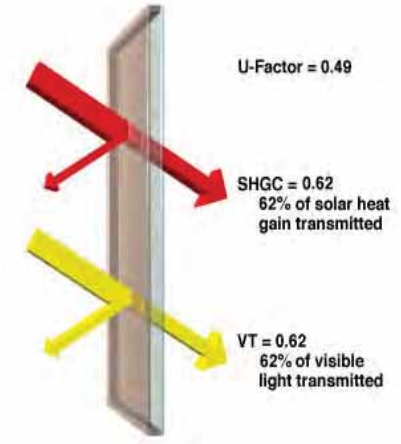
العديد من المواد العضوية مثل السجاد والاثاث والبنشات وورق الحائط واللوحات الفنية والطلاءات والاخشاب تبهت عند التعرض المباشر والمستمر لضوء الشمس نتيجة للاشعة الضارة فيها مثل الاشعة الفوق بنفسجية،فهى تعمل على تكسير الروابط الكميائية فى المواد العضوية فتسبب تلفها.

والزجاج فى هذه الحالة يمنع الاشعة الفوق بنفسجية الاقل من 300 mn لكنه ينفذ الاشعة التى يتراوح اطوالها الموجية من 300 – 380 mn،والطلاء الملون للزجاج يستطيع تخفيض نفاذ الاشعة الفوق بنفسجية بحدود 75 % ،وهى تعتبر ماصات للاشعة الفوق بنفسجية،ويمكن لهذه الصبغات ان تدمج فى الافلام البلاستيكية الدقيقة فى النوافذ المتعددة الطبقات (interlayer) داخل طبقات الزجاج المرقق،فى الحالتين نفاذ الاشعة يمكن ان يتحول الى اقل من 1 % ، على اى حال من المهم ملاحظة الحفاظ على نفاذ وقوة الضوء المرئى،وعلى ذلك يفضل استخدام نوافذ زجاجية التى تدمج طبقات بلاستيكية بدلا من الزجاج الشفاف .

وما يلى الرسم البيانى شكل(82) الذى يوضح النسبة المئوية للضرر الذى تسببه الاشعة الفوق بنفسجية لكل نوع من النوافذ التالى شرحها (تمت القياسات والاختبارات بمعمل لورانس بيركيلى الوطنى) .



شكل (82) يوضح النسبة المئوية للضرر الذى تسببه الاشعة الفوق بنفسجية لكل نوع من النوافذ



نمـوذج النافـذة **D** نافـذة بالزجـاج المـزدوج الملـون بـالبرونز او صبغة رمادية

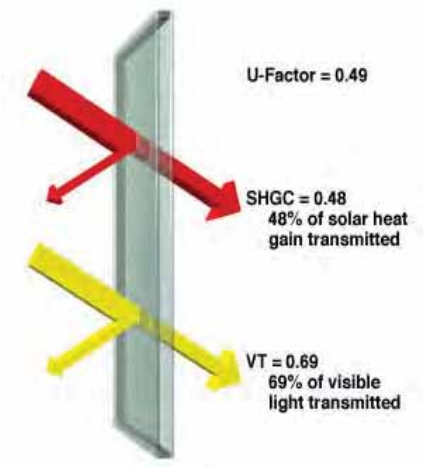
وتكون فيها الطبقة الخارجية للزجاج هى الطبقة البرونزية او الرماديـة،اما الطبقـة الداخليـة فهـى شـفافة،هاتان الطبقتـان مفصولتان بفجوة جوية شكل (أ -6) .

الزجاج المزدوج مقارنة بالزجاج الفردى يقلل فقد الحرارة الى 50 % بسبب مجال العزل الجوى بين الطبقتين،تعتبر الطبقة او الصبغة البرونزية والزجاج الملون متشابهة فى الاداء الجيد للطاقة،فالغرض الرئيسى من الصبغة البرونزية او الرمادية تخفيض الحرارة المكتسبة من الاشعاع الشمسى،لكنه يخفض فى نفس الوقت الضوء المرئى مقارنة بالزجاج الشفاف او حتى منتجات زجاجية ملونة قياسية اخرى مثل الصبغات الخضراء والزرقاء التى تعطى ضوء بدرجة اعلى .

والزجاج الملون مفيد فى تقليل الابهار الضوئى (الوهج) لكنه يقلل الضوء المرئى مما يؤدى الى تفضيل اختيار البدائل الاخرى مثل الزجاج الملون العالى الاداء او المعتدل الاداء،والصبغة الزجاجية ليس لها تأثير على عامل الاضاءة (U) لكنه يخفض الاكتساب الحرارى من الاشعاع الشمسى،وهو المطاوب فى المناخ الحار فهو يعتمد على الظروف المناخية .مواصفات النافذة الكاملة - نافذة بالزجاج المزدوج الملون بالبرونز او بطبقة رمادية، موضحة (ب -6)

النوع / الخصائص							
الاطار	الالومنيوم	الالومنيوم بالفجوه الحرارية	الخشب	خشب كسا	الفنيل	الاطر المهجنة	الفنيل المعزول
معامل الاضاءة (U)	,79	,64	,49	,49	,49	,49	,44
معامـل الاكتسـاب الحـرارى الشمسـى (SHGC)	,57	,52	,46	,46	,46	,46	,49
نفاذية الضوء(VT)	,50	,47	,44	,44	,44	,44	,47

نموذج النافذة **E** نافذة مزدوجة الزجاج بالزجاج الملون العالى الاداء

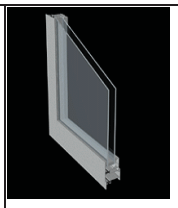


(أ -7)

يوضح هذه النسب اداء وحدة مزدوجة الزجاج مثالية الاداء بالزجاج الملون عالى الاداء (الزجاج الانتقائى الطيفى) شكل (أ -7) وهذا النوع يخفض الاكتساب الحرارى من الاشعاع الشمسى بسبب الصبغة البرونزية او الرمادية لكن له نفاذية الضوء المرئى،واقرب الانواع للزجاج الشفاف فى المنتجات

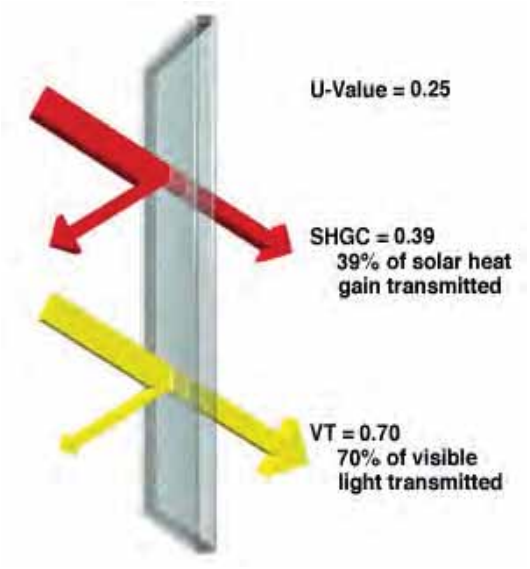
الزجاجية الملونة عالية الاداء او الانتقائية بشكل طيفى هو اللون الاخضر خفيف او الازرق الخفيف،وكما سبق الصبغة ليس لها تأثير على عامل الاضاءة (u) .

مواصفات النافذة الكاملة – نافذة مزدوجة الزجاج بالزجاج الملون العالى الاداء (ب -7)

النوع / الخصائص							
الاطار	الالومنيوم	الالومنيوم بالفجوه الحرارية	الخشب	خشب كسا	الفنيل	الاطر المهجنة	الفنيل المعزول
معامل الاضاءة (U)	,79	,64	,49	,49	,49	,49	,44
معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC)	,46	,41	,37	,37	,37	,37	,38
نفاذية الضوء(VT)	,57	,53	,49	,49	,49	,49	,53

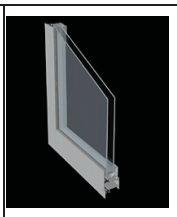
نمـوذج النافـذة **H** نافـذة مزدوجـة الزجـاج المخفـض للاكتساب الشمسى المنخفض

يصـور هـذا النمـوذج (أ -8) خصـائص نافـذة مزدوجـة الزجـاج مثاليـة لتخفيض الاكتسـاب الشمسـى المنخفض،يملـىء بـين الطبقتـين بغـاز الارجـون وهـذا النـوع يسـمى(انتقائى بشـكل طيفـى) يخفـض الفقـد الحـرارى فـى الشـتاء لكـن يخفـض الاكتسـاب الحـرارى ايضـا صـيفا،ومقارنة مـع الزجـاج الملـون او العـاكس يزود بمستوى اعلى من الارسال الضوئى الخفيف وهو مناسـب للمنـاخ البـارد .



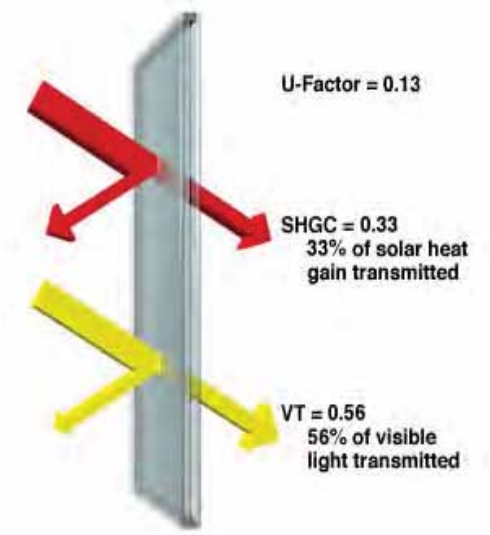
شكل (أ -8)

مواصفات النافذة الكاملة – نافذة مزدوجة الزجاج المخفض للاكتساب الشمسى المنخفض(ب -8)

النوع / الخصائص							
الاطار	الالومنيوم	الالومنيوم بالفجوه الحرارية	الخشب	خشب كسا	الفنيل	الاطر المهجنة	الفنيل المعزول
معامل الاضاءة (U)	,60	,48	,32	,32	,32	,32	,26
معامـل الاكتسـاب الحـرارى الشمسـى (SHGC)	,38	,34	,30	,30	,30	,30	,31
نفاذية الضوء(VT)	,57	,53	,50	,50	,50	,50	,53

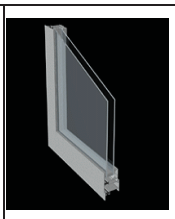
نمـوذج النافـذة **I** نافـذة ذات زجـاج ثلاثـى مخفـض للاكتساب الشمسى المعتدل

هى نافذة لها خاصية فقد حرارة منخفض جدا (عامل u مـنخفض) (أ -9) ولـذلك فهـو يتكـون مـن ثـلاث طبقات منها اثنان بهما طلاء زجاجى مخفض وبينهما غاز الارجون (قطاع 1/2 ") او غاز الكريبتون (قطاع 1/4") ،وطبقـة الزجـاج الوسطى يمكن ان تكون فيلما زجاجيـا او بلاسـتيكى ،وقـد تسـتعمل نوافـذ ذات اربـع طبقات طبقتين زجاجيتين وطبقتين من فلمين بلاستيكيين معلقين،وهى مناسبة للمناخ البارد والحار .



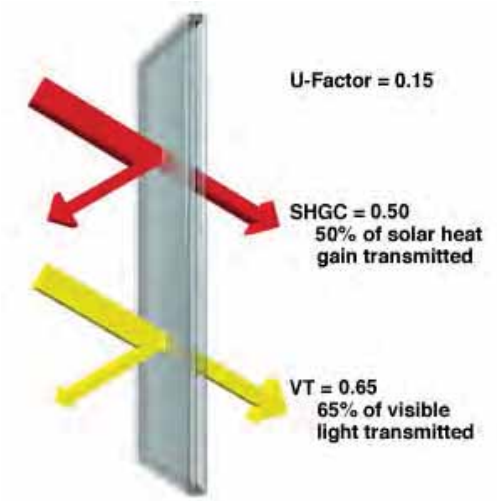
(أ -9)

مواصفات النافذة الكاملة – نافذة ذات زجاج ثلاثى مخفض للاكتساب الشمسى المعتدل (ب-9)

النوع / الخصائص							
الاطار	الالومنيوم	الالومنيوم بالفجوه الحرارية	الخشب	خشب كسا	الفنيل	الاطر المهجنة	الفنيل المعزول
معامل الاضاءة (U)				,26			,18
معامـــل الاكتســـاب الحـــرارى الشمســـى (SHGC)				,38			,39
نفاذية الضوء(VT)				,46			,49

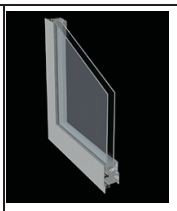
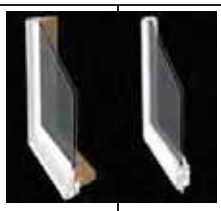
نمـوذج النافـذة **J** نافـذة ذات زجـاج ثلاثـى يخفـض الاكتساب الشمسى المنخفض

هذه النافذة شكل(أ -10) لها خاصية تخفيض الحرارة المكتسبة المنخفضة (عامل u منخفض)،وهى مكونة مثل النافذة الثلاثية السابقة،اما الطلاءات فى هذا المنتج له ضوء مرئى عالى ،وهى مناسبة للمناخ البارد جدا .



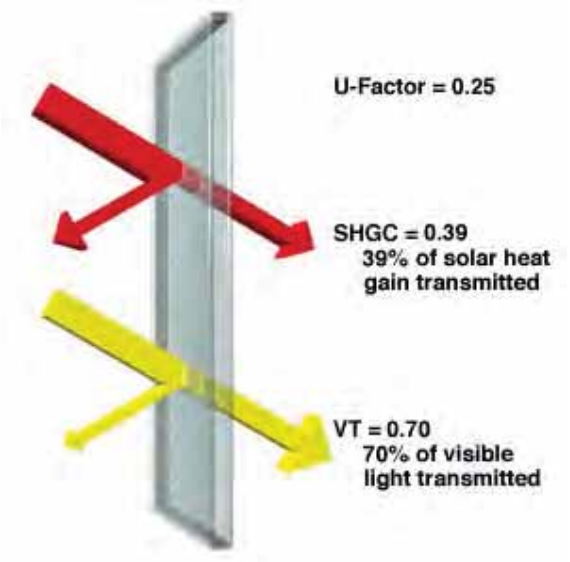
شكل (أ -10)

مواصفات النافذة الكاملة – نافذة ذات زجاج ثلاثى مخفض للاكتساب الشمسى المنخفض (ب -10)

النوع / الخصائص							
الاطار	الالومنيوم	الالومنيوم بالفجوه الحرارية	الخشب	خشب كسا	الفنيل	الاطر المهجنة	الفنيل المعزول
معامل الاضاءة (U)				,24			,17
معامـــل الاكتســـاب الحـــرارى الشمســـى (SHGC)				,25			,26
نفاذية الضوء(VT)				,40			,43

زيادة الضوء ووضوح الرؤية

ضوء الشمس ووضوح الرؤيا هما من الخواص الاساسية للنافذة،لكن ايضا النوافذ هى مصدر للاكتساب الحرارى من الاشعاع الشمسى خاصة فى المناخ الغير مرغوب فيه الحرارة الزائدة.



الحلول التقليدية لتخفيض الاكتساب الحرارى،مثل الزجاج الملون او المتوسط الظلال وهو يكون ايضا مخفض للضوء المرئى .

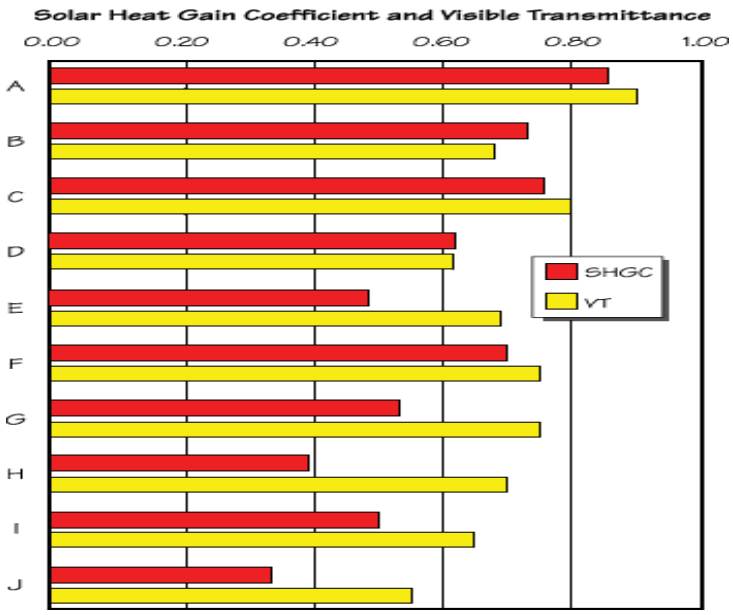
الحلول الجديدة المقترحة :

استخدام الزجاج الانتقائى بشكل طيفى شكل

(أ -11) وهى تستطيع تقليل الاكتساب الحرارى بطريقة افضل من الزجاج الملون العادى،بالاضافة الى زيادة فى الضوء المرئى.

(أ -11)

والرسم البيانى التالى شكل(83) يوضح الاكتساب الحرارى والنفاذية الضوئية لكل من انواع النوافذ السابقة وعلى اساسها يتم اختيار البدائل الافضل التى تعطى اقل اكتساب حرارى واعلى رؤيا واضحة .



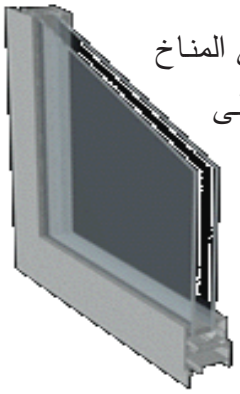
شكل (83) يوضح الاكتساب الحرارى والنفاذية الضوئية لكل من انواع النوافذ السابقة

انواع الاطر المستخدمة فى الانواع المختلفة من النوافذ

المادة المستعملة لصناعة اطر النوافذ لها تأثير على طبيعة خصائص النافذة مثل سمك الاطار ووزنه ومتانته،لكنه له تاثير رئيسى ايضا على الخصائص الحرارية للنافذة مثل عامل (u) وهو يمثل حوالى 10 :30 % من مساحة النافذة وبالتالى لها تأثير كبير على الاداء الكلى للنافذة .

اطار الالومنيوم

اطارات النوافذ الالومنيوم متينة وخفيفة وتطورت فى قطاعتها وهى متوفرة باشكال كثيرة شكل (84) منها المطلى بالمينا المؤكسدة الحرارية (الفرن) ورخيصة وسهلة الصيانة .



عيوبها انها مادة موصلة جيدة للحرارة فيرتفع قيمة عامل (u) للنافذة فى المناخ الحار،اما المناخ البارد فهو يكتسب برودة من المناخ الخارجى فيعمل على تكثيف الرطوبة على الاسطح الداخلية،وهى تسبب مشكلة اكثر من مشكلة تسرب الحرارة،لذلك تم تطوير اطارات الالومنيوم بطرق عزل افضل مما يرفع مستوى الاداء فى المناخ البارد والحار وخاصة فى المناخ الحار .

شكل (84) قطاع فى اطار نافذة من الالومنيوم

اطار الالومنيوم بالفجوه الحرارية

الحل الاكثر شيوعا فى مشكلة توصيل الحرارة فى الاطر الالومنيوم ان تزود بالفجوه الحرارية ،تنقسم مكونات الاطار الداخلى عن الخارجى ويضاف بينهما مادة اقل توصيلا للحرارة وهذه الطريقة ادت الى انقاص العامل(u) (نسبة الفقد الحرارى) تقريبا من 2.0 الى 1.0 متر مربع/ساعة ، قدم/فهرنهيت فى المناخ الحار،وهذه الطريقة تحسن قيمة العزل فى النوافذ .

اطار الخشب

ان الخشب هو من المواد التقليدية لاطر النوافذ،وهو شائع الاستعمال لوفرته وسهولة تشكيله فى اشكال معقدة وسهل الدهان مما يجعله مفضل فى العديد من المبانى .

ومن وجهة نظر الاداء الحرارى وجد ان الاطار الخشبى للنوافذ له اداء حرارى محسن جدا

شكل (85) قطاع فى اطار نافذة من الخشب

وخاصة للعامل(u) فى مدى 3, الى 5, متر مربع/ساعه/قدم/فهرنهيت .

من عيوبه انه ليس الاكثر متانة بسبب سهولة تأثره بالعفن والرطوبه،ولكن الانواع الخشبية المصنعة بمتانة وبشكل جيد يمكن ان تستمر لوقت طويل جدا .

اطار الخشب كسا

هو اطار مختلف من نوعه للنوافذ،مكسو من الداخل باطار من الخشب اما الواجهة الخارجية تكون اما من الفنيل او الالومنيوم،فهى تخلق سطح مقاوم للطقس الخارجى بشكل عام،وهذه النوعية من الاطر لها متطلبات صيانة خاصة اقل،كما انها لها اشكال جذابة للخشب من الداخل بينما السطح الخارجى يعطى حماية اكثر ،وهو متوفر بالوان محدودة .

شكل (86) قطاع فى اطار نافذة من الخشب كسا

اطار الالياف الزجاجية

اطارات النوافذ يمكن ان تصنع من بوليستر الزجاجى المدعوم بالياف زجاجية،الذى يصب فى الشكل المطلوب ثم يجمع فى النوافذ،وهذه الاطارات لها تجاويف جوية تشبه (الاطارات الفنيل) وهذه التجاويف بها مادة عازلة .

ومادة الالياف الزجاجية لها اداء حرارى عالى اكثر من الخشب او الفنيل وهى تشبه الاطارات الفنيل المعزولة،ولان هذه المادة اقوى من الفنيل فهى يمكن ان تأخذ قطاعات اقل فى العرض

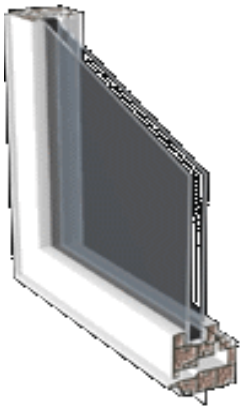
وبالتالى لاتشغل مساحة كبيرة وتحسن من الاداء الحرارى فهى مركب كميائى Thermoplastics وهى لها خصائص افضل من الفنيل وفوائد هيكلية،عادة هذه الاطارات العالية الاداء تستعمل مع الزجاج العالى الاداء .

اطار الفنيل

استخدام البلاستيك والفنيل يعتبر اسلوب جديد كمواد لاطر النوافذ ويعرف الفنيل بكلوريد الفنيل (BVC) فالبلاستيك مادة متعددة الاستعمال ولها قيمة عزل جيدة،واطر الفنيل لها مقومة للرطوبة عالية كما انها عالية المتانة والسطح املس بدون نتوآت شكل (87) ،لذا يمكن ان يعالج السطح بان يكسى بطبقة خشبية وانواع مختلفة من الطلاءات ،وهو يقاوم العوامل الجوية .

شكل (87) قطاع فى اطار نافذة من الفنيل

ومن ناحية الاداء الحرارى مقارنة بالخشب فهناك اختلافات بسيطة تعتمد على حجم ونوع الاطار،والتجاويف الصغيرة الداخلية والمادة العازلة المستخدمة .



اطار الفنيل المعزول

اطارات الفنيل المعزوله مطابقة فى اغلب خصائصها الى اطارات الفنيل القياسية ولها مقاومة عالية للرطوبة وثامتة اللون لاتحتاج الى صيانة شكل (88) ،والفرق بينهما هو تحسين الاداء الحرارى فى اطارات الفنيل المعزول،والتجاويف الجوية بداخلها مملؤة بالعزل مما يجعلها افضل من الفنيل القياسى والاطارات الخشبية،وهى تستعمل عادة مع الزجاج العالى الاداء. شكل (88) قطاع فى اطار نافذة من الفنيل المعزول

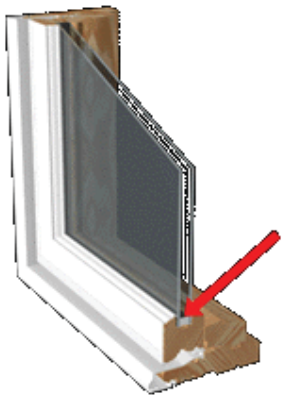
الاطر المهجنة

تم الان انتاج انواع من تصاميم الاطر المهجنة التى تستعمل نوعين او اكثر من المواد لانتاج نافذة عالية الاداء الحرارة .

كان لمدة طويلة انتاج النوافذ ذات الاطر المهجنة من الخشب الفنيل وكذلك نوافذ مغطاه بالالومنيوم لتقليل متطلبات الصيانة الخارجية،كما انتجت انواع من الفنيل والالياف الخشبية،واحيانا يكون الاطار مقسم من الداخل خشبى ومن الخارج الياف زجاجية،ويتوقف الاختيار على حسب الاداء الحرارى والتكلفة المادية والصيانة . (شكل89)

ولان الاطر الخشبية هى المفضلة بوجه عام (شكل85) ،فنجد انواع محسنة من الخشب مثل رقائق الخشب المضغوطه بمادة راتنجية لتشكل مادة مركبة قوية، والان توجد اجيال جديدة من الخشب المركب (مركبات كميائية) التى تصب فى اشكال عديدة وقطاعات مختلفة،وهى تركيبات ثابته وقوية ولها خصائص محسنة للخشب كمقاومة الرطوبة والتلف،وهى لها ملمس والوان طبيعية مثل الخشب الطبيعى،وكانت هذه الانواع تستعمل فى اجزاء من الاطارات والاعتاب ولكن الان يمكن ان يصنع منها الاطار كامل وهى تعتبر مواد بيئية غير ضارة لانها نستعمل بها مخلفات الصناعات الخشبية واعادة تصنيعها كنشارة وبواقى الخشب .

تقنيات العزل فى اطر النوافذ



فى حالة النوافذ المزدوجة يجب ان يكون الفواصل على مسافة ملائمة،وبسبب المواصفات الممتازة للالومنيوم (رخيص-خفيف-سهل التركيب والصيانة –الوانه واشكاله جذابه-مقاوم للعوامل الجوية) كثر استعماله فى الستينات والسبعينيات كفواصل فى النوافذ،ولان الالومنيوم موصل جيد للحرارة فهو يقلل من فوائد النوافذ ذات الزجاج عالى الكفاءة بالاضافة لفقد الحرارة المتزايد،كما ان السطح المعرض للحرارة الاقل يؤدى الى تكثيف الرطوبة مما يسبب مشاكل .

- لمعالجة هذه المشاكل فان الشركات المنتجة طورت حلول التى تعتمد على البدائل والتصميمات الجديدة،فعلى سبيل المثال فى مشكلة فقد الحرارة يستبدل الفواصل الالومنيوم بمعدن آخر اقل توصيلا للحرارة مثل الحديد المقاوم للصدأ وكذلك تغيير عرض الفواصل وقطاعتها .

- الطريقة الاخرى للمعالجة استبدال المعدن المستخدم لمواد عازله افضل ومواد فصل التى تحتوى على مزيج من مواد عزله مدمجة وحشوات معدنية من الالومنيوم او الحديد المقاوم للصدأ،او بطريقة عزل بفاصل سيليكون رغوى الذى يدمج مع مواد الفصل وله لاصق قوى عالى الحافة للاتصاق بالزجاج،وهذا الفاصل الرغوى يمنع ايضا التسرب مثل الفنيل المحقون وفواصل الالياف الزجاجية .

- هناك بعض التصميمات التى تستعمل نوع او اكثر من الحلول او تدمج بعض الحلول مع بعضها للحصول على اعلى النتائج .

- وهناك بعض التصميمات الخاصة فى بعض الحالات تستعمل الزجاج المزدوج الثلاثى او الرباعى او دمج GUSفى الافلام البلاستيكية الرقيقة على الطبقة الزجاجية،وذلك للوصول الى الحد من الانتقال الحرارى عند الحواف فى الزجاج الثنائى او اكثر .

- من المهم مراعاة الحافة الداخلية (ناحية الحرارة الاعلى) مما يفضل الاتجاه الى استخدام الزجاج المزدوج التقليدى الى الزجاج عالى الاداء،وحيث ان عامل (u) يتأثر بحجم النافذة ونوع الفواصل،فيمكن التغيير فى حجم الفواصل من الحجم الطبيعى الى زيادة بفرق حوالى 1.5 : 2 بوصة (64 مللم) عرض .

- فى النوافذ الصغيرة يكون تأثير الحواف الزجاجية مؤثرة جدا .

- لتحسين الاداء الحرارى فى العزل بين طبقات الزجاج اولا : ان تخفض المجال الجوى بين الطبقات ويفضل ان يملىء بالهواء او بالنيتروجين الجاف فقط قبل لحام الفواصل (احكام الغلق بين الطبقات) ولتحويل الحرارة المنقولة من الجو الخارجى الى الداخلى من قمة المنحنى الحرارى الى اسفله،يمكن ان يملىء الفراغ بمادة موصلة ردىء للحرارة او بغاز خامل مما يخفض النقل العام للحرارة بين الداخل والخارج .

- وقد تم انتاج انواع تستعمل غاز مثل الارجون والكريبتون لملىء الفراغ بين طبقات الزجاج،وذلك لتحسين الاداء الحرارى للنافذة ،فغاز الارجون هو غاز تفاعلى وغير سام رخيص الثمن عديم الرائحة غير معتم للرؤيا،والمسافة المثلى التى يفضل ان تملىء تماما بغاز الارجون بين طبقتين الزجاج حوالى 1/2 بوصة (11 – 13 مللم)،اما غاز الكريبتون له اداء حرارى اعلى لكنه اغلى

ثمنا،لكن من مميزاته انه يمكن ان يملىء الفراغ الجوى بين طبقتين الزجاج بمسافة اقل وكفاءة اعلى،وهى مسافة تكون اقل من المطلوب عادة فهى تقلل من قطاعات النوافذ فتكون حوالى 1/4 بوصة (6 مللم) ويكون العرض الامثل للكريبتون حوالى 3/8 بوصه (9مللم) .

- اما خليط غازى الارجون والكريبتون يستعملان ايضا كبدائل لاستخدام احد الغازين على حدا،وذلك يتوقف على المقارنة بين مستوى الاداء والاكتساب الحرارى المطلوب.

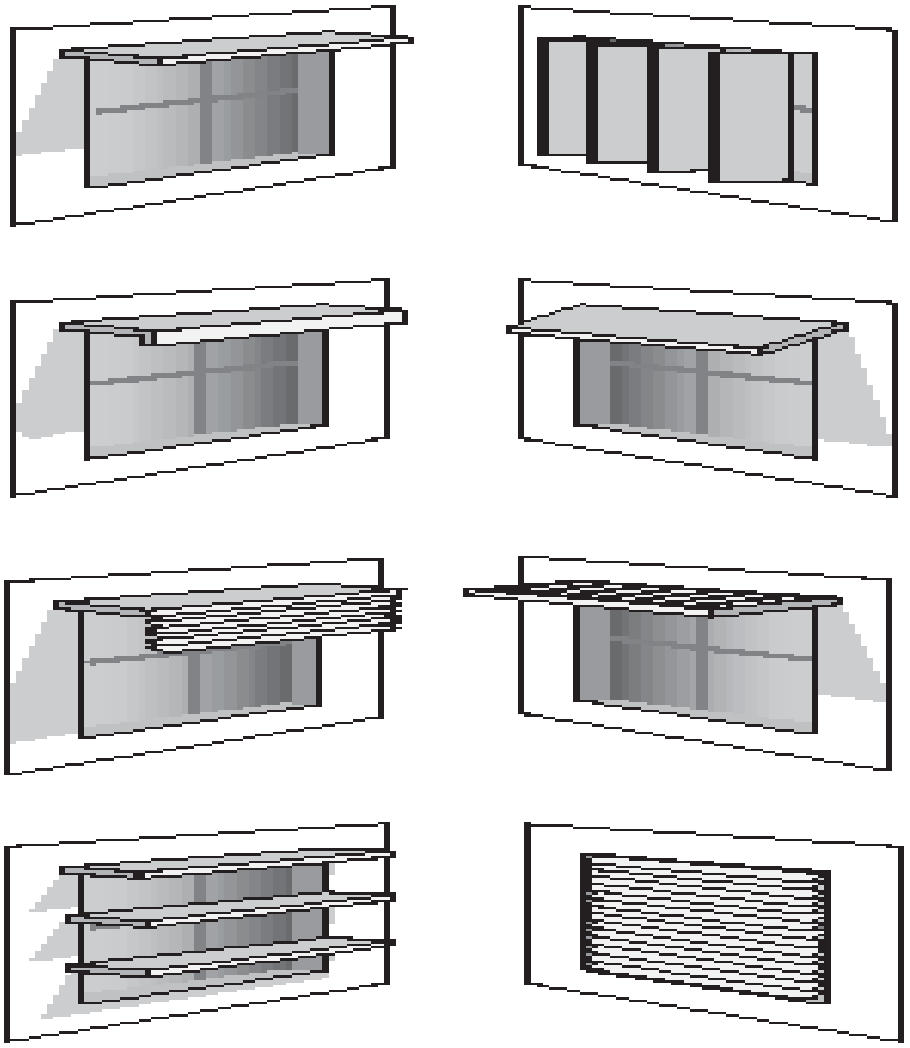
•الخطوة السادسة

6-1 التظليل والراحة البصرية

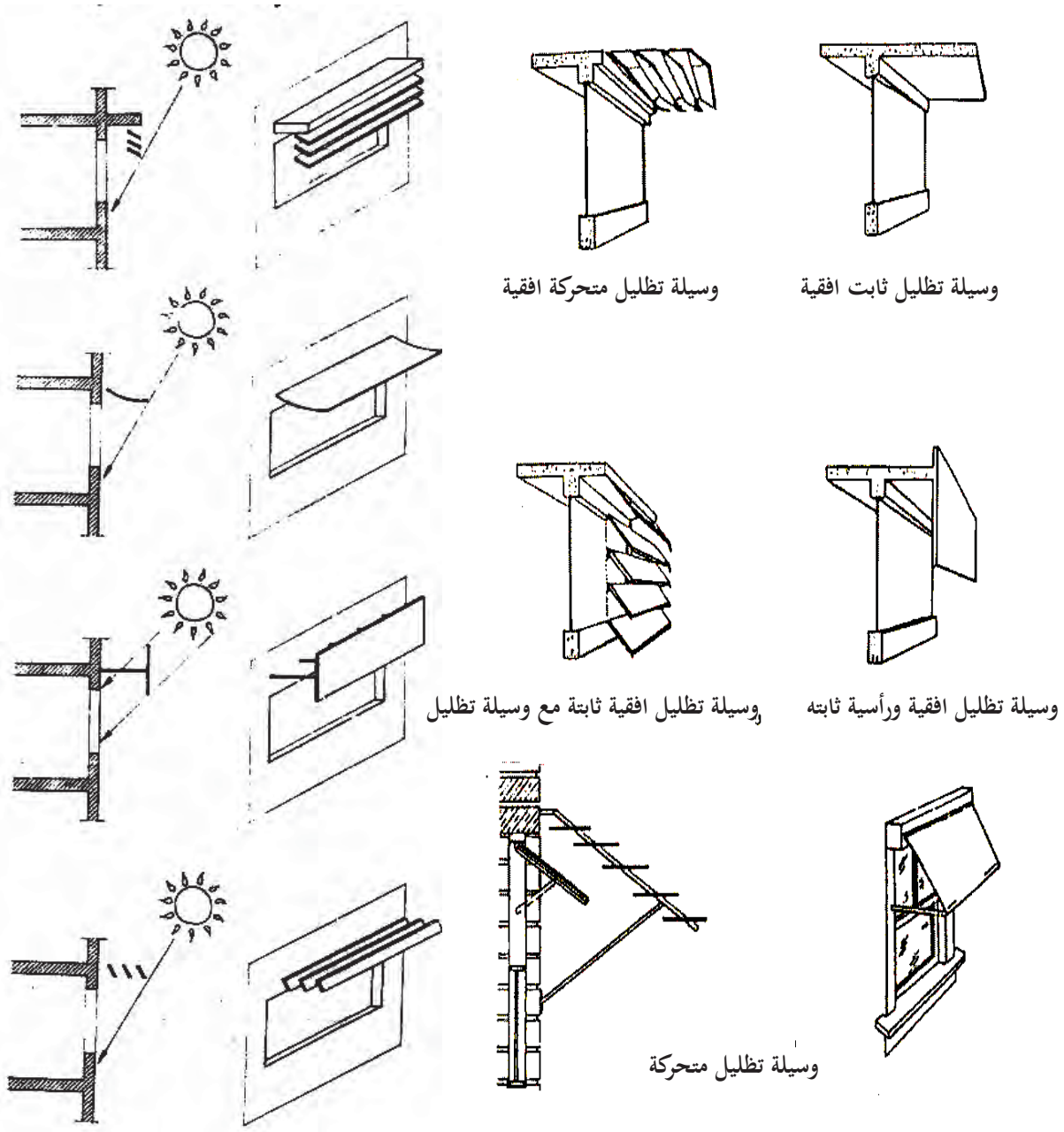
6-1-1 الهدف :- اختيار العناصر الخارجية والداخلية للسيطرة على وهج ضوء الشمس .

6-1-2 الاساسيات :- انواع التظليل (33)(37)

اساليب التظليل الخارجية اكثر فاعلية من الوسائل الداخلية للسيطرة على الاكتساب الشمسى،ويمكن ان تعكس شعاع الشمس الغير مباشر،والامثلة التالية من ادوات التظليل الخارجية وكل واحده مختلفة عن الاخرى منها وسائل التظليل الافقية والرأسية،واضافة المظلات والزعانف يستطيع تزويد التحكم فى الاشعاع الشمسى شكل (90) .



شكل (90) يوضح الاساليب المختلفة للتظليل



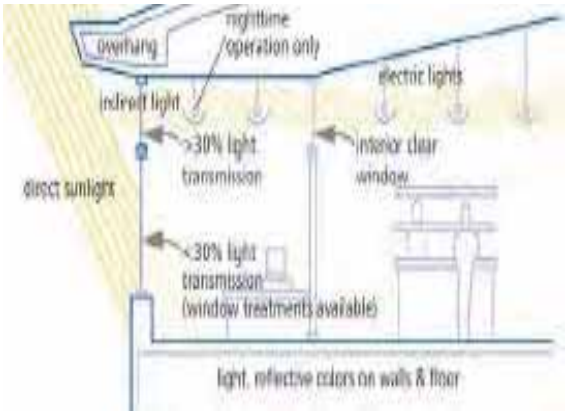
شكل (91) يوضح بعض اساليب التظليل المتحركة

- التظليل الداخلى فعال فى تقليل الوهج المزعج من الاشعة المباشرة من الضوء،لكن ليس فعال فى تحقيق الحد الادنى من الاكتساب الحرارى لانه لايمنع الاشعاع الحرارى للشمس من دخول الفراغ،وانواع التظليل الداخلية متنوعة ومختلفة الالوان،والجدول التالى (جدول 19) يوضح مقارنة الاشعاع المرئى والتخفيض فى اكتساب الاشعاع الشمسى الحرارى (SHGC) الذى يمكن ان نستفيد منه فى اختيار انواع التظليل المختلفة عند تطبيقه على التصميم البيئى لمبنى بحثى حسب موضعه وتوجيهه .

نوع التظليل	نسبة انتقال الرؤيه (%)	تخفيض معدل الاكتساب الحرارى الشمسى (%) SHCG
	تغطية خارجية	
الوان فاتحة	5	33
الوان داكنه	5	29
	تغطية عمودية (قصيرة)	
الوان فاتحة	-	60
الوان داكنه	-	18
	تظليل (طويل على هيئة بكره)	
نصف شفاف فاتح	25	54
معتم فاتح	-	60
معتم غامق	-	18
	كاسرات	
مجزءة	55	28
فاتح	20	48
متوسط	12	39
داكن	5	28

جدول (19) (15) يوضح قيمة معامل الاكتساب الحرارى الشمسى وانتقال الرؤية للتظليل الداخلى

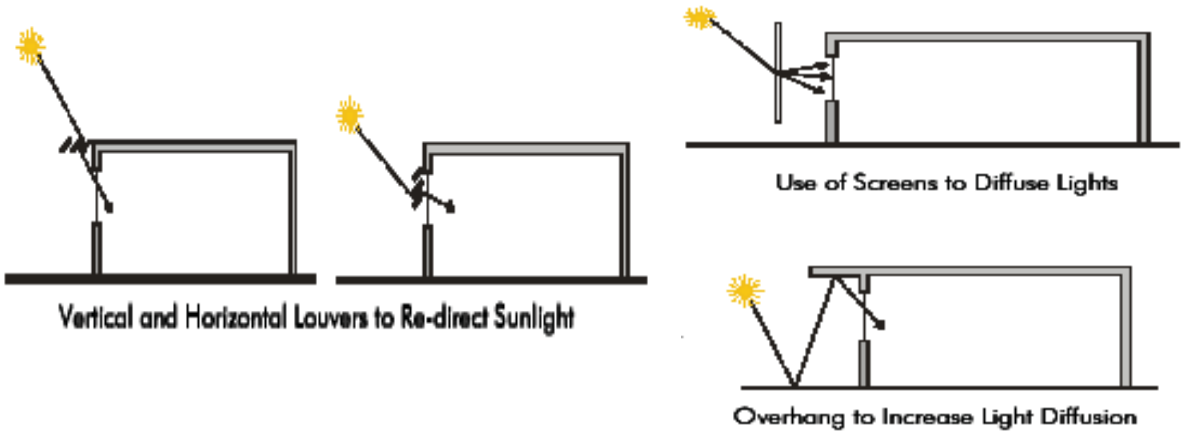
استخدام ادوات التظليل الخارجية للسيطرة على الاشعاع الشمسى الحرارى،والهدف هو ان تظلل الاشعة الشمسية المباشرة وليس الضوء المباشر ،واستعمال النباتات كأدوات للتظليل موسمية،فالاشجار الدائمة الخضرة والموسمية الخضرة تؤدى دور جيد فى الاظلال للمبنى شكل (92) ،ويفضل الاشجار الموسمية فى الشتاء بينما دائمة شكل (92) يوضح التظليل بالاشجار الموسمية الخضرة فى شرق وغرب المبنى للحماية من الاكتساب الحرارى صيفا،وهى ايضا تستخدم لتقليل الضوضاء وتلوث الهواء وكحواجز للرياح والاتربة .



- استخدام الشرائح لنشر الضوء المباشر

وادوات التظليل البسيطة مثل الاشجار والتكعيبات والشرائح والبروز لعمل ترشيح لطيف لضوء الشمس،ويكون مفيد جدا خاصة فى الجهة الشرقية والغربية حيث زاوية سقوط الشمس قليلة،تطلى المظلات بلون ابيض لعكس الضوء والحرارة.

يستعمل المظلات او الحواجز على النوافذ فى الجهة الجنوبية،كما ان النوافذ الشرقية والغربية تستفيد من ادوات التظليل الافقية ،شكل (93).



شكل (93) يوضح استعمال المظلات والحواجز المختلفة الاوضاع

اما الوسائل العمودية فى الجهة الشرقية والغربية يمكن ان تكون مفيدة فى توجيه الشعاع الشمسى المنخفض من الساعة 9 صباحا الى 3 مساء فى الوقت الدافىء من النهار(جدول 20) .

توجيه المبنى	استراتيجية التظليل
شمال	دائما غير ضرورى
جنوب	بروزات – زعانف افقية – تعريشه اعلى النافذه
شرق / غرب	زعانف رأسيه – شرائح افقيه – اشجار موسمية

جدول (20) (20) يوضح استراتيجيات التظليل حسب توجيه النوافذ

- استعمال ادوات التظليل المتحركة

انظمة التظليل الآلية يمكن ان تعدل حسب اوقات اليوم والاوقات الموسمية وحسب تغيير زوايا سقوط الاشعة الشمسية مما يجعلها اكثر فاعلية،ولكن هذه الادوات تعتبر مكلفة جدا،فلو ان عامل التكلفة هو المحدد بينه وبين ادوات التظليل الثابتة فهى افضل من لاشىء،ويمكن ان يعدل اتجاه اداة التظليل مرتين فى السنة فتعطى نتائج جيدة فى تظليل المبنى .

- ارتداد النوافذ لزيادة التظليل

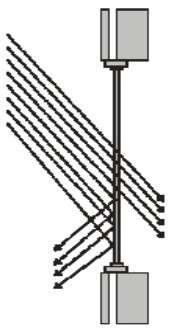
اذا كانت النوافذ مصممة بحيث تكون داخلة بعمق داخل الجدار فسوف تظلل نفسها،والمظلات الخارجية يمكن ان يحدد مكانها فى تجويف النافذة شكل (94) .

شكل (94) يوضح وضع اداة التظليل بعمق النافذة

حجم الزعانف

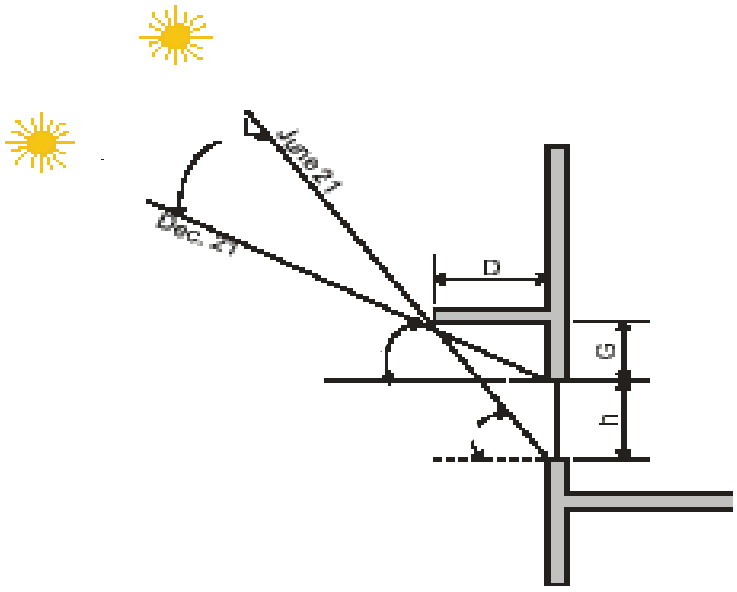
الزعانف يجب ان تكون خارج المبنى،واختصار المسافة بين الزعانف يمكن ان يقلل من حجم الزعنفة شكل (95) .

يراعى الحفاظ على وسيلة حجب الضوء نظيفة ولكى نتغلب على هذه المشكلة بوضع الستارة بين اثنين من طبقات الزجاج او تنظيفهم كجزء من برنامج الصيانة المنتظم وباستعمال مظلات خفيفة ملونه تؤدى الى اضاءة كبيرة تتخفض فى الاكتساب الشمسى ويسمح بأختراق الضوءوالتحكم فى الوهج شكل (96)



- حجم المظلات

للاسترشاد فى تصميم حجم المظلات يستخدم الجدول التالى (جدول 21) مع الشكل (97)



الشكل (97) للاسترشاد فى تصميم حجم المظلات

البروز الثابت يصمم لتظليل النافذة خلال طوال فترة الذروة وايضا يظلل جزء من النافذة اثناء فترة الزروة .

جدول (21) (20) للاسترشاد فى تصميم حجم المظلات

خط العرض (درجه)	D	G
32	H × 0.42	H × 0.18
49	H × 0,56	H × 0.18
53	H × 0.65	H × 0.16
60	H × 0.81	H ×0.09

الجزء الثالث

4-5-3 تكامل الاضاءة الطبيعية

تصميم الاضاءة الطبيعية لن يحقق اى تخفيض فى الطاقة اذا لم يكن هناك تعديل وتكامل مع انظمة الاضاءة الكهربية فى المبنى،فمن المعروف ان استخدام الاضاءة الصناعية فى المبنى ليس كل الطاقة المستهلكة بالفعل تكون فى الاضاءة ولكن بعض منها يتحول الى حرارة ويتبدد داخل الحجرة،وهذا يعتبر حمل على طاقة المبنى بالاضافة الى نظام التكييف الذى يكون ضروريا فى بعض الحلات،لذلك يفضل استخدام اضاءة صناعية عالية الكفاءة لتحقيق الخواص القصوى لانتقال الطاقة .

مع ملاحظة ان استخدام الطاقة الكهربائية وانواعها يعتمد على طبيعة العمل والمساحه .

- **الخطوة السابعة :-**

7-1 التنسيق الميكانيكى لتعديل الحجم والنوع وموقع نظام HVAC لاستخدام النوافذ وانظمة الضوء الطبيعى :

فالاكتساب الداخلى المنخفض بسبب الاضاءة الكهربائية الخافتة سيخفض الطاقة المطلوبة للتبريد،وكذلك النوافذ عالية الاداء الموفرة للطاقة ستؤدى الى اقل تدفئة،ايضا سيخفض التظليل المحسن للنافذة التبريد الاقصى للاحمال الحرارية.

الانظمة الميكانيكية الضخمة من الضرورى ان تعدل وتقلص لتخفيض هذه الاحمال،وتخفيضات هذه القدرة ستنعكس فى الانظمة الميكانيكية الاصغر وبالتالى الانظمة والتكلفة الكبيرة للاجهزة .

- استخدام تصميم متكامل لتحسين نظام المبنى

يتكامل العمل مع المهندس المعمارى والميكانيكى والكهربى ويتعاون كامل الفريق فى تقييم حجم النافذة وانواع ادوات التظليل المستخدمة والاسطح العاكسة واستراتيجيات الزجاج للوصول الى اقل تكلفة لنظام HVAC .

على سبيل المثال المهندس المعمارى يختار نوع الزجاج الذى له خواص ومنافع تبريد،كذلك المهندس الميكانيكى يختار نظام HVAC لتقليل التكلفة وتخفيض الطاقة.

لحساب الاحمال القصوى للتدفئة يجب ان يتم حساب قيمة (U) الاقل للنافذة،حساب اقصى تبريد الاحمال الحرارية وحساب الاضاءة الاقل والاكتساب الشمسى .

استعمال نوافذ عالية الاداء لتقليل الحاجة الى التدفئة المطلوبة،باستخدام الزجاج المخفض لدرجة الحرارة المكتسبة من الاشعاعى الحرارى النافذ الناتج عن الاشخاص العاملين بالمكان (يتوقف على النوع والسن والحجم وطبيعة العمل ونوعية الملابس) ويسبب اشعاع غير متماثل يسبب انتقال الحرارة

من الجسم الاعلى حراريا الى الاقل،وايضا التبريد الحادث نتيجة التيارات الهوائية الملامسة لزجاج النافذة.

اذا استعمل نوافذ منخفضة الفقد الحرارى يمكن ان يخفض اداء النافذة المطلوب لازالة تدفئة المحيط اقل 20 % ،والنوافذ التى تعطى تدفئة تكون مطلوبة اكثر فى الجهة الشمالية .

- تكامل الاضاءة المساعدة لتصميم والتحكم فى اساليب الاضاءة لاستغلال ضوء الشمس .

مصمم الاضاءة يجب ان يضمن رضى العاملين فى المبنى عن مستويات الاضاءة لاعطاء افضل مستوى اداء وذلك باتباع التعليمات الاتية :-

- يجب توفير الراحة الضوئية والحرارية للعاملين،وهناك ثلاث انواع من استراتيجيات السيطرة على الاضاءة فى المبنى

1- غلق وفتح الاضاءة حسب مستوى الاضاءة الداخلية وهى الوسيلة الاسهل.

2- وسيلة السيطرة او التحكم فى مستويات الاضاءة كتحويل الاضاءة (تخفيض وتعلية المصباح بمفتاح تحكم فى شدة الاضاءة) وهذا النوع من التحكم يناسب الغرف التى ليس بها عمل دقيق وفى الممرات

3-اختيار المصابيح ذات الكفاءة العالية واختيار انواع الاجهزة .

انواع وموقع الاثاث

انواع الشاشات العاكسة للاضاءة تزيد الاضاءة حوالى 200 : 300 لاكس للفراغات .

لايفضل استخدام المصابيح المكشوفة فى مجال الرؤيا،ويفضل استخدام الاضاءة المباشرة والغير مباشرة عندما يتطلب اضاءة اضافية ولتجنب الوهج كما ان الاضاءة الغير مباشرة لاتنتج المشكلة المشتركة لانعكاس المصباح على شاشة الكمبيوتر ،والسقف يجب ان يكون عاكس وعلى ارتفاع 2.40 متر على الاقل شكل (98) .

اذا كان السقف اقل من 2.40 متر لايستخدم الطراز المعلق للاضاءة المباشرة ويفضل ارتفاع حوالى 3 متر فيعطى توزيع افضل،وتزيد الاضاءة الاضافية فى العمق للغرفة الاكثر من 4.5 متر .

شكل (98) نموذج للاضاءة المباشرة والغير مباشرة

مع ملاحظة الحوائط والحواجز يجب ان تكون فاتحة اللون واسطح غير لامعة خاصة المحيطة بالنوافذ، كما يمكن استخدام مصابيح بالوان حرارية وهى تعطى ضوء يشبه ضوء الشمس .

الباب الرابع

تحليل لبعض النماذج العالمية لمراكز الابحاث

تحليل حالة دراسية

دراسة تحليلية للمبانى الثلاث الفائزة بافضل تصميم معمارى بيئى لعام 2003

Green on the Grand .
Surrey Tox Center .
Yukon Energy Corporation Building (YEC) .

بالرغم من تشابهم فى مبادىء تصميم الاضاءة الطبيعية،لكن هناك بعض الاختلافات البارزة فى التطبيقات ونوع الاستخدام،على سبيل المثال :-

الحالة الاولى والثانية هى مبانى متعددة المستخدمين بينما الحالة الثالثة هى خاصة بنوع واحد من الاستخدام،والتطبيق الفعال للعديد من الاساليب نوقشت فيما يأتى .

4-6- أمثلة عالمية :

Green on the Grand

اساسيات التصميم

يعتبر هذا التصميم من المبانى البحثية الادارية والمرجعية (مكتبية) فى كندا،وهو يتبع برنامج المصادر الطبيعية فى كندا الذى يتطلب ان تكون المبانى عندها اداء متفوق فى اربعة مناطق رئيسية :-

كفاءة الطاقة

تأثير بيئيى اقل ما يمكن

راحة وصحة العاملين

اداء وظيفى عالى

يمثل المبنى حوالى 42 % تخفيض فى تكلفة الطاقة السنوية وحوالى 20 % من استهلاك الطاقة بسبب متطلبات اضاءة كهربائية،متى قورنت الى المبنى نفسه قبل اعادة تصميمها من قبل ASHRAE 90.1 كاجراء كفاءة الطاقة .

الشكل والتوجيه

يتكون المبنى من دورين بمساحة 2190 متر مربع (ابعاد داخلية)،شكل المبنى مستطيل لتحقيق الحد الاقصى من اختراق ضوء الشمس فى المبنى ويعطى اكثر مساحة من الرؤيه للمكاتب على منظر ريفى جميل،وهو يأخذ اتجاه الشمال والجنوب لكى يزيد التعرض للاكتساب الاكثر جنوبا وغربا .

المبنى منخفض الارتفاع محاط بمبانى ،يحتوى على مكاتب بمساحة 15 متر عرض،3.7 محيط المكتب، والممرات بعرض 1.2 متر .

النوافذ والابواب مصممة ان يكون لها معدل حرارة منخفض ومستوى عالى من الاضاءة الطبيعية واكتساب حرارى شمسى منخفض .

محيط الضوء الطبيعى

صمم المبنى بحيث تكون النوافذ فى جميع الاتجاهات بهدف زيادة الاضاءة الطبيعية الكافية الى اماكن العمل،وصممت النافذة على ارتفاع المكتب لتحقق الحد الاقصى من الاضاءة الطبيعية .

- واسلوب المحاكاه لتقييم الطاقة،تم اتخاذ قرار حجم النافذة الى الحائط وبذلك قللت من تكلفة الطاقة الكلية للمبنى حوالى 30 %.

- محيط النافذة ثابت والنوافذ مظللة بنوع مثقب من المظلات حتى تسمح للعاملين بالاستمتاع بتيار الهواء الطلق .

- الطريق المؤدى الى المدخل كبيرة ومزججة على الجانبين الشمالى والجنوبى فى ممرات الدور الاول،والدور الثانى الهابط مضاء طبيعيا فى المدخل الجنوبى الجانبى .

- للتزود بتوزيع خفيف للضوء الى محيط المكاتب،صممت لتكون بالوان فاتحة لمساعدة انعكاس الضوء الى عمق الغرفة .

- النوافذ فى كل مكتب توضع عاليا على الحوائط لمساعدة الضوء الطبيعى ليصل لعمق الغرفة،وهى مظلله افقيا بالجزء الاعلى لعكس الضوء فى المناطق الخلفية للمكتب،كما ان الستائر النسيجية استعملت لتسمح بمرور ضوء الشمس وتخفيض الوهج،ويتم عمل هذا لكى نخفض الاضاءة بين خلفية وعمق الغرفة .

الاضاءة الطبيعية فى العمق

Interior C

Radiant Heating and Cooling Panels

السقوف الداخلية للدور الثانى (سقوف كاتدرائية) تضاء بثمانية نوافذ اثنان مواجهة فى كل من الاتجاهات الاصلية الاربعة،والنوافذ عباره عن نتوءات فى الاسقف المائلة مهمتها تزود المكان بالاضاءة الطبيعية ووضعت فى كل مساحة للعمل،كما ان ضوء الشمس يفيض الى الداخل فى محيط المكاتب خلال العوارض الزجاجية .

اختيار الزجاج

النوافذ اختيرت بعناية لتخفيض فقد الحرارة وارسال ضوء شمسى عالى منخفض الاكتساب الحرارى،فاختيرت النوافذ ذات الزجاج الثلاثى معزولة باطارات معزوله باليافة زجاجية والفراغات الداخلية مملؤة بغاز الارجون والحواف من السيليكون،وبالقياس وجد ان اجمالى الاشعة الفوق بنفسجية تحت 1.0 وات/متر 2 لكل درجة حرارة ويخفف باستخدام الزجاج الانتقائى بشكل طيفى للحصول

على مستوى عالى من الرؤية يوضحه (جدول 21) الذى تم التوصل اليه من القياسات المعملية وعلى اساسه تم تصميم الفتحات ووسائل التظليل المناسبة .

خاصية	مركز الزجاج	اجمالى الزجاج	
		ثابت	مظله Awning
معامل الاضاءة (U) (وات/متر مربع)	0.78	0.93	1.07
معامل الاكتساب الحرارى الشمسى (SHGC)	0.28	0.24	0.19
امكانية الرؤية (TV)	0.53	0.45	0.36

جدول (22) يوضح الخواص الحرارية للنوافذ

التظليل والراحة البصرية

سقف المبنى المائل له افريز عريض اضافى يمتد ليعطى تظليل لنوافذ الطابق الاعلى،واستخدمت الاشجار الموسمية لتظليل النوافذ الشرقية والغربية،اما التظليل صيف فالمبنى مجهز بستائر نسيجية دوارة وستائر راسية وافقية التى تعكس الضوء داخل المبنى .

الاضاءة المساعدة

تم اختيار اضاءة فلورسنت عالية الكفاءة مباشرة وغير مباشرة،قوة الاضاءة المركبة خفضت 50 % اكثر من المستخدمة عادة فى المكاتب،والاضاءة امكن التحكم فيها بواسطة ادوات ومصادر الاضاءة الطبيعية،باستثناء الجانب الشمالى،اما بالنسبة للاضاءة الخارجية مثل موقف السيارات والممرات الخارجية تضاء باستعمال اضاءة موفرة للطاقة مثل مصابيح الصوديوم .

التكاليف

بعمل استفتاء للعاملين بالمبنى (شارك فيه 70 % من العاملين) وجد ان اكثر من 80 % من العاملين كانوا راضون عن البيئة العامة واضاءة المكاتب .

وظهرت مشكلة واحدة بسبب صعوبة التحكم فى الاضاءة الصناعية حسب الحاجة،وهذه المشكله امكن تجنبها بسهوله بوضع جهاز حساس للاضاءة فى كل غرفة برغم زيادة التكلفة .

وكذلك مشكلة الضوضاء ودرجة الحرارة،ولكن درجة الحرارة كانت محتملة جزئيا فى وقت من السنة،وتم تجنبها بوضع مشمع للارضية مما اعطى احساس بالدفء نوعا ما .

4-6-2 مركز ضرائب سرى بـ :-

Surrey Tax Center,Surrey,BC

اساسيات التصميم

صمم هذا المبنى ليكون مبنى بحثى متقدم،وهو من المبانى الموفرة جدا للطاقة فله استهلاك للطاقةسنوى ينخفض بحوالى 12 % من الطاقة الاصلية،وهذا المبنى حاصل على عدد من الجوائز مثل:-

جائزة البراعة لعام 2000

جائزة الاستحقاق 1999

جائزة افضل مشروع 1999

جائزة Earth Award 1999

جائزة VRAC للبراعة 1999

مركز اول – تصميم الطاقة الكفؤ – مؤتمر اطلانطا 1999

جائزة تحدى البناء الاخضر الدولى 1998

اساليب تصميم المبنى المتقدمة استهدفت زيادة الراحة الحرارية والبصرية للمستخدم ومرونة العمل واستمرارية الطاقة الكفؤ .

الشكل والتوجيه

يتكون المبنى من خمس طوابق يستخدم الاضاءة الطبيعية باستراتيجية floorplan ،هذه الخطة تحقق الحد الاقصى من محيط المبنىويزود بالاضاءة الطبيعية الى تقريبا كل مناطق العمل،90 % من مناطق العمل داخل المبنى بها مساحات من الزجاج للاكتساب ضوء الشمس الطبيعى .

منطقة الاستعمال تشغل حوالى 10.25 متر مربع من مساحة المسقط الافقى اى بحوالى 81 % من نسبة الارضية شكل (99) .

شكل (99) يوضح رسم توضيحى لقطاع عرضى للمبنى

المحيط وعمق الاضاءة

المبنى مجهز لاستعمال الارفف الخفيفة المرتبطة بسقف المبنى المرتفع(95 % من منطقة الارضية يقابل 3 متر ارتفاع) هذا يزيد من اختراق طبيعى للضوء مع قليل من الوهج،وبالتالى مساعدة الارفف الخفيفة يخفض اكتساب الحرارة الشمسية ويقلل من تكاليف المبنى شكل (100) .

الاضاءة المباشرة والغير مباشرة تتكامل مع الاضاءة الطبيعية والارفف الخفيفة والمناطق الكبيرة المنخفضة التزجيج .

شكل (100) يوضح اهمية اختيار موقع النوافذ لزيادة الاضاءة الطبيعية

اختيار الزجاج

ان غلاف المبنى يستخدم زجاج فردى منخفض الشفافية مع عناصر مختلفة لكل مستوى ارضية المتضمن من الاعلى الى الاسفل :-

- السماح لاختراق ضوء الشمس بواسطة الارفف الخفيفة .
- مع اسقاط واقى من الشمس بالاضافة بالتزود بالتهوية الطبيعية .
- فى اثنان من درجة لون الزجاج الناعم بالاضافة للوزرة المرتفعة،وهو له مقاومة حرارية 3.52.

التظليل والراحة البصرية

يدمج نظام التطويق فى الحائط الخارجى لحجب اشعة الشمس بحواجز زجاجية مقوسة تضفى شكل رائع فتعكس الضوء الطبيعى وتقلل الوهج شكل (101) .

شكل (101) يوضح اشكال الارفف المستخدمة لتقليل الوهج

الاضاءة المساعدة

ان نظام الاضاءة السقفية نوع غير مباشر يتحكم فيه بجهاز حساس للاضاءة الطبيعية فى محيط المساحة .

التنسيق الميكانيكى

المبنى له نظام تهوية مختلط لكل من النوافذ والنظام الميكانيكى ،بنظام تهوية بالازاحه يزود النظام بتبريد مجانى لفترات اطول من النظام التقليدى .

تعطى النوافذ والسقوف الساقطة التقليدية ادخال تهوية واضاءة طبيعية فى المستوى العالى اكثر من 3 متر فى فراغات السقف .

اغلب نظام صيانة المبنى موضوعة فى الارضية .

4-6- [illegible]

Yukon Energy Corporation Building (YEC)

اساسيات التصميم

هو مبنى لشركة لتقييم لطاقة،وصممت تحت برنامج تقييم الجودة (C-2000) عند خط عرض 60 درجة شمالا ،وهو حاصل على جائزة كفاءة الطاقة 1999 ،والتكلفة السنوية للطاقة 42 % بتوفير حوالى 16.985 دولار .

وللمبنى ترتيب ابداعى فى توجيه الموقع ويستخدم نظام HVAC،ومبانى C-2000 كانت نتيجة عملية التصميم المتكامل مدعومة من قبل DOE-2.1 لمحاكاة الطاقة .

الشكل والتوجيه

يتكون المبنى من طابقين والدور الثالث جزئى يتضمن وسائل (قطع خشب مقوسة على شكل ذراع طويله) على الوجهة الجنوبية للمبنى بمساحة ارضية اجمالية 1.200 متر مربع بالارضية التى تمتد بمنظر ملائم قريب من القبو (dome spillway) .وهناك توازن بين عمل ضوء النهار والاكتساب الشمسى

شكل(102) يوضح الاختيار الجيد لمواد التشطيب للغلاف الخارجى للمبنى المخفضة للطاقة وادارة نظام HVAC عند زيادة الحمل وقت الذروة،كما ان نسبة الارضية الى نسبة الحجم تخفض مادة البناء،والاختيار الجيد لمواد التشطيب للغلاف الخارجى للمبنى المخفضة للطاقة تعطى اداء جيد لكفاءة الطاقة داخل المبنى .

محيط الاضاءة الطبيعية

Hallway with no Electric Lighting

الممرات المزدوجة تحمل العمود الفقرى،وهذا يزيد من وصول كفء للاضاءة لكل جانب ،التخطيط يحقق الحد الاقصى من الاضاءة الطبيعية،بينما تقلل التدفئة وتبريد الاحمال (شكل 103) .

شكل (103) يوضح ممر مزود بالاضاءة الطبيعية

عمق الضوء الطبيعى

تخطـيط المبنــى يتجنــب اسـلوب التجمــع لعمــق المبنى،لــذلك لايوجـد مشـكلة الضــوء فــى العمق،والاضاءة الجانبية تزود المساحة بضوء كافى اغلبية الوقت ماعدااثناء الاشهر الشتائية عندما يتوفر ضوء الشمس .

اختيار الزجاج

الالواح الثلاثية يعطى مستوى انتقائى منخفض بشكل طيفى،ولهذا النوع من الزجاج اطار من الفنيل مستعمل فى كافة انحاء المبنى يدخل مستوى عالى من الاضاءة بينما يقلل احمال التبريد الشمسية وفقد حرارة شتاء،المناطق الكبيرة من الزجاج يزود مجال الرؤيا الى الطرقات ويحسن استعمال ضوء شمس المبنى .

التظليل والراحة البصرية

المظلات الشمسية المساعدة على الواجهة الجنوبية تخفض اكتساب الحرارة بينما يحافظ على اقصى قوة للاضاءة الطبيعية ووصولها الى انحاء المكتب شكل (104) وادوات التظليل لها عناصر افقية كالبروزات والزعانف الخارجية الثابتة والمتحركة،كما يستخدم داخليا ستائر اضافية للتظليل.

First Floor Work Station with Natural Light

شكل (104) يوضح ادوات التظليل الثابتة والمتحركة

الاضاءة المساعدة

الاضاءة المساعدة مباشرة او معلقة او غير مباشرة،يستخدم معها جهاز حساس لقياس الاضاءة وهى اسلوب اختيارى فى الغرف،لتتكامل مع الاضاءة الكهربائية للحصول على اضاءة عالية الجودة البيئية .

التنسيق الميكانيكى

بسبب الاستراتيجيات التصميم والتكامل بين الاضاءة الطبيعية والكهربائية تم تخفيض سعة نظام التدفئة والتبريد (HVAC).

التكلفة

يتضمن تكاليف ما بعد البناء من وسائل تصميم الاضاءة الطبيعية واجهزة قياس شدة الضوء(الجهاز الحساس) والسيطرة على الوهج للعمل فى المبنى باضاءة طبيعية 100 % لفترات ممتدة طوال اليوم .

وجد ان المدخر من الطاقة تقترب من 50 % من طاقة الاضاءة الكلية فكان رد فعل المستخدمين ايجابيا .

- **الخطوة الثامنة :-**

8-1 تحسين الاضاءة الطبيعية مع BDA

لتصميم مبنى موفر للطاقة يفضل استخدام الادوات التى يمكنها تمثيل السلوك المعقد الديناميكى فقديما كان يتم حساب الاضاءة الطبيعية بالفطرة والحس دون حسابات وقياسات للتوزيع الضوئى فى الفراغات الداخلية للمعامل معتمدين فى اغلب الاحيان على الحس والتخمين او على المعادلات بدون رؤية،اما البرنامج المقترح، يتم عن طريقه استخدام ادوات التصميم فى المرحلة المبكرة التى لن تحسن فقط اداء الاضاءة فى المبنى بل ايضا تؤدى الى هندسة معمارية افضل وترشيد استهلاك الطاقة عن طريق اجراء قياسات لشدة وكمية واتجاه الاضاءة الفعلية بالفراغ حسب الظروف المناخية المحيطة وظروف المبنى،ثم عمل له محاكاه ببرامج الحاسب الالى يتم فيها وضع العديد من الاقتراحات والمعالجات للوضع الحالى للوصول الى شدة الاضاءة المطلوبة فى الفراغ حسب طبيعة العمل والقياسات العالمية المراد تطبيقها،ويتم ذلك برؤية النتائج لكل اقتراح وصولا للحل الامثل والهدف المرجو وهو استخدام بقدر الامكان الاضاءة الطبيعية وعند الضرورة تكاملها مع الاضاءة الصناعية والهدف ترشيد استهلاك الطاقة فى المبنى البحثى .

8-1-1 الهدف :- اعادة التصميم الداخلى للفراغ الخاص بالمعامل من خلال اختيار معالجات مناسبة للوصول لدرجة الاضاءة المثلى للمعامل طبقا للقياسات العالمية (400-500 لاكس[54][65]) كذلك دمج تصميم الاضاءة الطبيعية وتكاملها مع الاضاءة الصناعية لتحسين الظروف المناخية الداخلية للمبنى البحثى .

8-1-2 الاساسيات :- باستخدام برنامج الكمبيوتر (**BDA**) Building Design Advisor (http://gaia.lbl.gov/bda/index.html يعمل من خلال مختبر لورانس بيركيلى الوطنى LBNL) لتحليل تصميم الوسائل المستخدمة للاضاءة الطبيعية ودراسة تفاعلات هذه التصميمات بالوسائل الميكانيكية للمبنى والاضاءة الصناعية ولان تصميم وسائل الاضاءة الطبيعية مركبه ،فلتحقيق اقصى حد للاداء الجيد يتطلب ذلك تحليل دقيق للمبنى .

برنامج **BDA** تم استخدامه لتوقع او تنبأ بالاستخدام الكلى للطاقة ومستويات الاضاءة والابهار الضوئى للغرف داخل المبنى ،وقد طور لتحليل عمل تصميم وسائل الاضاءة الطبيعية وتفاعله ومع الوسائل الميكانيكية،ويتعلق تحديد السطوع بمستويات الاضاءة من مصدر ضوء مثل الشمس خلال نافذة الى متوسط الضوء داخل الغرفة نسبة الى موقع الرؤيا .

برنامج **BDA** يتكامل من ثلاث وسائل مختلفة للمحاكاه بنفس قواعد البيانات مما يجعل من السهل استخدام اى وسيلة منهم دون الحاجة الى اعادة تعريف بيانات المبنى،وباستخدام البرنامج نستطيع اداء تحليل الضوء الطبيعى لغرفة بسيطة فى خلال 1 :2 ساعه .

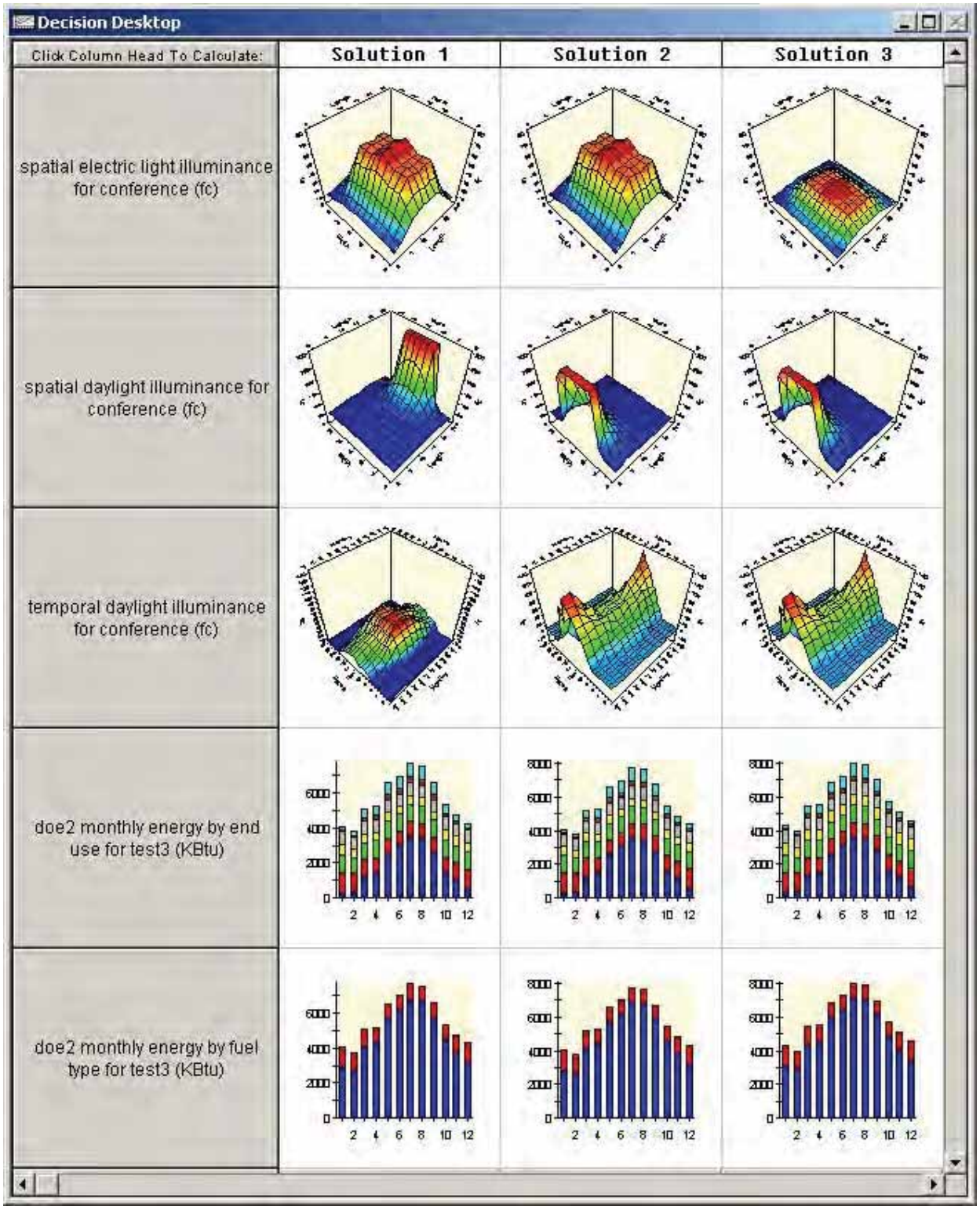
الادوات الثلاثه :-

وحدة حساب الاضاءة الطبيعية **DCM**
Daylighting Computation Module

وحدة حساب الاضاءة الكهربائية **ECM**
Electric Lighting Computation Module

وحدة تحليل الطاقة **DOE-2**
Energy Analysis Module

- الرسم البيانى **SGE**
Schematic Graphic



شكل (105) يوضح نتائج الحسابات برسومات بيانية لعرض استعمال طاقة الغرف والمبنى كله

ومن مميزات البرنامج :-

- حساب القياسات والنتائج لطابق واحد او عدة طوابق لاعداد المبنى لذلك فهو يحتاج معرفة برسم هندسى cad .

- يتم من خلاله عرض نتائج حساب الرسومات البيانية كمؤشر لاستهلاك الطاقة للغرف والمبنى كله .

- يمكنه بادخال بيانات المبنى ان نقيم مفاهيم الاضاءة الطبيعية .

- يعطى مهارات مثل قياسات المقترحات الموضوعة لتصميم بيئى للاضاءة الطبيعية لمبنى بحثى بالاضافة الى كيفية استعمال مميزات الحل المقترح .

ونتائج المحاكاه تكون لها فائدة فى تحليل التصميم (الميزة ان الدراسه تتم لكل ساعة من اليوم لكل شهر) ،كما يزود الناتج بقيم تصميم قياسية مثل عامل ضوء الشمس والاستضاءة وغيرها من القياسات للفراغات المختلفة،بالاضافة لمجموعة من القواعد والتوصيات لكيفية تحسين حالة الاضاءة المقترحة . وهناك بعض القيود فى استخدامه وتتضمن :-

- القيود الهندسية ليس له امكانية حساب الاضاءة الطبيعية والكهربائية للاشكال الغير منتظمة .

- قيود اداة التظليل الخارجية :- ادوات التظليل الخارجية الوحيدة المتوفرة التى يمكن ان تدرس بالمحاكاه هى عوائق مثل الاشجار والمظلات والارفف او الحليات والبروزات،تأثير هذه الظلال على الاضاءة وقوة السطوع الذى لانستطيع ان نقرره،اما العواكس الخفيفة وادوات التظليل المتحركة من الصعب ان يكون لها محاكاه *.

- ادوات التظليل الداخلية مثل الستائر والحواجز المغطاه لانستطيع ان نصمم لها محاكاه،وتأثير الظلال يمكن توقعه واستنتاجه بتخفيض النفاذية للزجاج لكن التأثير الديناميكى للظلال لايتم التعامل معه .

التحليل يكون الى حد نموذجى يرشد الى واحد او اكثر من الغرف النموذجية داخل المبنى،وفيه يدخل المستخدم للبرنامج المسقط الافقى للسقف العاكس لكل غرفة،ونستطيع اتخاذ استراتيجيات التحكم والتوجيه لوسائل وحائط تجميع الاضاءة .

اما تفاصيل الاضاءة والبناء يمكن ان يتم اختيارها من مكتبة (انظمة الاضاءة الزجاجية) داخل البرنامج وباستخدام البرنامج امكن تحديد الاتى :-

- قياس حيز ضوء الشمس فى الفراغ والاضاءة الكهربائية لتقييم انتظام وتماثل الاضاءة لفترة محددة لليوم على مدى شهر .

*المقصود بالمحاكاه هو عمل تمثيل مطابق للواقع على برامج الحاسب الالى .

- الفحص الزمنى لمستويات الاضاءة الطبيعية فى مركز الغرفة كل ساعه على مدى اليوم فى كل شهر كما ترى من مواصفات التوجيه .

- تقييم امكانية سطوع الاضاءة الطبيعية للحيز المكانى خلال كافة انحاء الغرفة الواحدة فى وقت معين .

- تقييم تغير السطوع زمنيا على متوسط اليوم لكل شهر فى مركز الغرفة .

- تقييم مدخرات الاضاءة الكهربائية الشهرية والسنوية لكل غرفة،لتقييم المدخرات الطاقة للمبنى بواسطة الاضاءة الطبيعية .

- رصد الطاقة المستخدمة شهريا وسنويا للمبنى لفحص المبادلة بين طاقة التدفئة والتبريد والاضاءة .

وبذلك عن طريق المحاكاه امكن تحسين الاضاءة الطبيعية فى النماذج التى تمت دراستها ،بتغيير نسب الحجم والنوع والموقع والتوجيه والتصميم للنوافذ وكذلك انواع الزجاج والاطارات الى نسبة قوة نصوع الاضاءة،عن طريق تعديل العناصر السابقة سواء منفردة اومجتمعة كعدة عناصر مع بعضها مستخدما نسبة النافذة الى الحائط (WWR) مع الاخذ فى الاعتبار حساسية وظيفية النافذة بالنسبة للحائط والغرفة وطبيعة العمل بها،وبهذا تم حساب تأثير الطاقة الكلى لكامل مدى النافذة لنسبة الحائط wwr .

8-1-3طريقة تحليل البيانات :-

تم عمل دراسه عملية على احد نماذج المبانى البحثية الاشعاعية باختيار احد عناصرها المهمة وهى المعامل، وذلك بتصميم نماذج متعددة (53 حالة دراسية) لعمل محاكاة،وعليها تم الحصول على نتائج تطبيق التصميم المعمارى البيئى باستخدام الوسائل الجديدة المقترحة لتصميم الاضاءة الطبيعية وتكاملها مع الاضاءة الصناعية للوصول الى اقصى معدل اداء جيد للاضاءة الطبيعية والراحة الحرارية والبصرية داخل الفراغ محل الدراسة للوصول الى الهدف الرئيسى من البحث وهو تطبيق عناصر التصميم المعمارى البيئى لترشيد استهلاك الطاقة،واثبات ذلك بمقارنة النتائج التى توضح معدل استهلاك الطاقة فى الفراغ محل الدراسه،والنتائج التى نحصل عليها من محاكاه نفس الفراغ مع تطبيق الوسائل المعمارية المقترحة لها،والتى توضح مقدار انخفاض معدل استهلاك الطاقة،وزيادة فاعلية اداء الاضاءة الطبيعية .

8-1-4 منهجية التصميم

وظائف : فى التخطيط لانشاء مبنى جديد هناك عدة عوامل توضع فى الاعتبار

اولا: يجب ان تكون وظائف المبنى محددة لما لها من تأثير اولى على طابع وحجم وشكل المبنى .

ثانيا: احتياجات المستخدمين من ناحية الراحة الحرارية والبصرية .

الامـــان : وهـو عامـل يكـون فـى غايـة الاهميـة نظـرا لطبيعـة النشـاط داخـل المراكـز البحثيـة الاشعاعية،على سبيل المثال الزلازل والاعاصير والسيول .

الاقتصـاد : الاوجـه الاقتصـادية ايضـا تتـأثر بالتصـميم وتحديـد التكنولوجيـات الممكنـة وكـذلك مسـتوى المبنى .

العلاقـة بـين المبنـى والبيئـة : وهو الوضـع الملائم فـى الموقـع من حيث المصـادر الطبيعيـة والمـواد الخام وطرق الاتصال مع عناصر البيئة المحيطة .

المنـاخ : وهو العنصـر الاساسـى الذى لـه تأثير علـى الراحـة الحراريـة الداخليـة وبالتالى علـى تصـميم وتوجيه المبنى .

الباب الخامس

5-7-1 خطوات الدراسه العملية :-

تطبيقات لنماذج الحاسب الالى للاضاءة الطبيعية لحالات دراسية :

هدف الدراسة

مقارنة النتائج المحسوبة لمستويات الاضاءة وطاقة الاضاءة المتوفرة وتجميع البيانات فى نموذج حقيقى .

- اوجه محاكاة الكمبيوتر والعمل الميدانى اجريا لكلتا الظروف الشتوية والصيفية،والمقاييس المتضمنة للاضاءة للفراغ الافقى الداخلى والخارجى والاشعاع الشمسى ووقت استعمال نظام الاضاءة الكهربائية .
- مرحلة المحاكاة بالحاسب الالى يستعمل لتقليد الاضاءة الطبيعية فى الفراغ المطلوب،ودقة محاكاة مستويات ضوء الشمس الداخلية مقيمة ومستندة على المقارنات المتوقعة بين شدة الاستضاءة فى الموقع المدروس والمتوقعة داخليا وخارجيا،كما ان كمية الاضاءة الكهربائية تحل محل الاضاءة الطبيعية عن طريق نظام الغلق والفتح الالى ويتم مقارنته ايضا لتقييم التنبؤ بمدخرات طاقة الاضاءة .

تم تجميع بيانات المبنى من مساحة الفراغات والتوجيه والموقع العام .

بدأنا برسم الابعاد الهندسية والخصائص التصميمية للفراغ محل الدراسة (معمل النظائر المشعة) فى شاشة البرنامج SGE الخاصة بالرسم الهندسى،ثم تم تحديد خصائص المبنى من حوائط ونوافذ وادوات تظليل وادوات التحكم فى الاضاءة .

وبتحديد كل من خواص النافذة ووحدة القياس داخل البرنامج لتقرير نسبة النافذة المناسبة بالنسبة للحائط wwr ثم تعيين الموقع المقترح،يتولد على ذلك رسم بيانى التى نرى فيها العلاقة بين الفتحة الفعالة وطاقة المبنى المطلوبة .

ثم يتم حساب التغيير فى استهلاك الطاقة (اضاءة- تدفئة - تبريد) مع التغيرات فى نسبة عرض النافذة وعرض الحائط فى الغرفة .

عند ذلك يستطيع المستخدم ان يقرر حجم النافذة الامثل،ويستطيع تعديل تصميم المبنى وفقا لذلك .

لرؤية تأثير محولات التعديل التى تهدف لتقليل الوهج او السطوع الغير مرغوب نجرى مقياس زمنى بوضع نقطة وهمية على نقطة مرجع واحده،ونقطة حقيقية فى المكان،ونغير قيمة توجيه الاشغال (مكان او اتجاه العمل) لكى نحدد مستوى الوهج من اتجاهات مختلفة فى الغرفة،مع تغيير ارتفاع

سطح العمل workplan height الى افضل ارتفاع للغرفة (ملاحظة ان الاضاءة المكانية محسوبة فى هذا الارتفاع فى الفضاء كل ساعة لكل شهر) .

تعتمد النتائج على حد ثابت (وحدة قياس) كل ساعة وكل شهر الذى يمكن ان يكون معدلا من خلال استعراض المبنى .

لرؤية تأثير الاضاءة الطبيعية على الاضاءة الكهربائية تستخدم الوظائف الاربعة التالية كما يوضحه شكل (105) :-

الحيز المكانى للاضاءة الطبيعية .

الحيز الزمنى للاضاءة الطبيعية .

الحيز المكانى للاضاءة الصناعية .

الحيز الزمنى للاضاءة الصناعية .

لرؤية تأثر عمل الضوء الطبيعى على الاضاءة الكهربائية توجه كل مرة الى نقطة المرجع ويمكن لجعله اكثر حساسية نستخدم وحدة تحليل الطاقة DOE-2 لقياس توفير الطاقة للاضاءة الطبيعية والكهربائية شهريا وسنويا،واضاءة نقطة المرجع setpoint لكل قياس لمدخرات الطاقة يتم اختيارها خلال فاعلية الرؤيا.

بعد مراجعة النتائج يتم تغيير افتراضات انواع الزجاج للنافذة وانواع الاطارات ونوع الاضاءة (طبيعية كانت ام صناعية) وموقع التحكم فى الاضاءة،ويقيم تأثيرهم على تأثيرات الاضاءة الطبيعية،وتعاد التجربة مع وسائل اظلال مختلفة للمبنى ،ويمتد التحليل الى الغرف الاخرى او المبنى بالكامل خصوصا اذا كان هناك اختلافات هامة بين الغرف .

تطابق تحليل BDA :-

تم عمل اقتراح محاكاة لغرفة واحدة (معمل) لرؤية نتائج وظيفة النافذة بالنسبة للحائط،ولحساب تأثير تغيرات الوظائف فى استهلاك الطاقة نسبة الى تغيير نسبة عرض النافذة وعرض الحائط،ونجرى هذه الحسابات على ثلاث حالات :-

نوع زجاج النافذة والاطر - موقع النافذة (الموقع بالنسبة للغرفة والحائط والتوجيه للمبنى) - نوع النافذة (حجم وشكل وخصائص) .

موقع زجاج النافذة ونوعه هو المتغير الوحيد بين الحلات المختلفة،ونجد ان له علاقة بمتغيرات خصائص المبنى المدرجة فى (جدول 23) ،كما ان المحاكاه تعتمد على بيانات حالة الطقس .

خصائص المبنى	الحجم
ارتفاع عتبة النافذة	1 متر
اقصى ارتفاع	2.2 متر
ارتفاع الحائط	3متر
عمق الغرفة	3.6متر
عرض الغرفة	2.6متر
مساحة الغرفة	9.36 متر مربع
كثافة قوة الضوء (LPD) (يتم حسابها منفصله)	13 وات / متر مربع
الاطر	الومنيوم مخفض للحراره(معزول)
التحكم بالاضاءة	مستمر على فترات قصيره
نوع الاضاءة	مباشر – غير مباشره (حوالى 61 وات)
توجيه النافذة	الحالة الاولى : واجهة شمالية الحالة الثانية والثالثة : واجهة جنوبية
نوع الزجاج	الحالة الاولى والثانية : مزدوج 8/1" من الزجاج الشفاف مطلى الواجهة الداخلية للطبقة الخارجية . الحالة الثالثة : مزدوج 8/1" من الزجاج مطلى بالون البرونزى بالطبقة الخارجية .

جدول (23) يوضح اهم خصائص (للمبنى المقترح)

5-7-1-1 المرحلة الاولى من الدراسة :

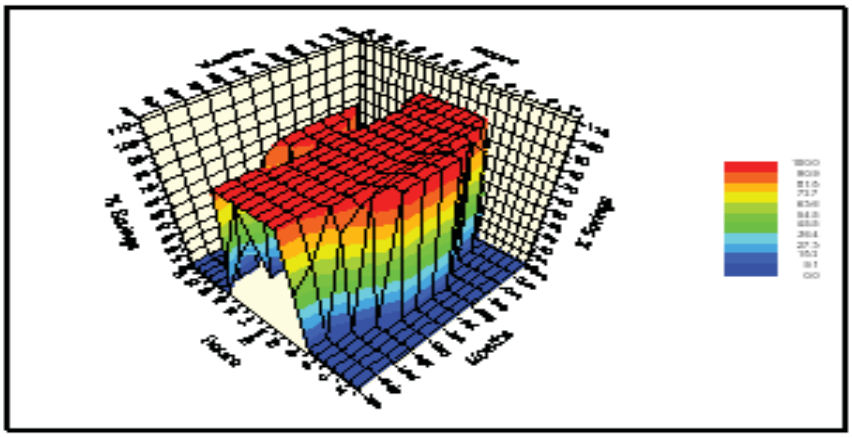
ففى برنامج BDA يمكن ان يستخدم للتنبؤ بالنافذة المثالية الى نسبة الحائط WWR فى الفراغ (معمل) للاضاءة.

برنامج BDA يمكن ان يستعمل لتقدير كم الاضاءة الكهربائية الاضافية التى يمكن ان تركب فى نفس الفراغ (المعمل).

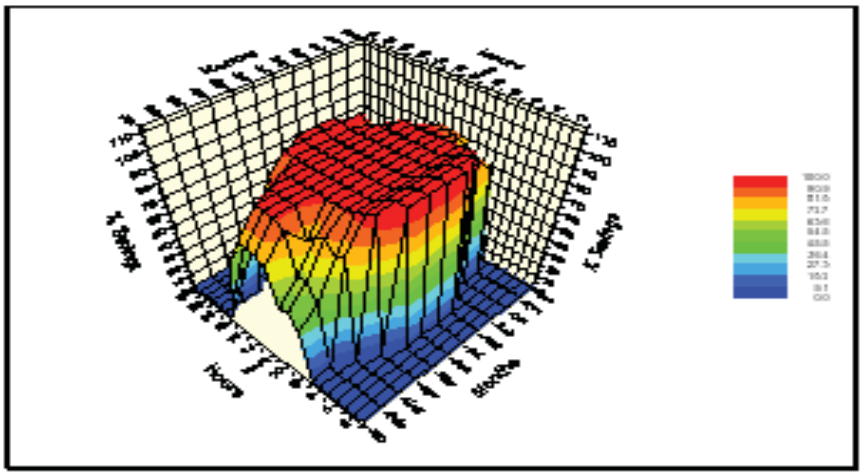
المحاكاه تستند على توفر ضوء الشمس المثالى بالنسبة للموقع الجغرافى،الرسم البيانى التالى شكل (106) يوضح الاضاءة باللاكس lux فى ساعات اليوم (24 ساعة) فى العام (خلال اشهر السنة) ،يمكن رؤيتها بدليل اللون بان ضوء الشمس سيزيد باضاءة كافية اثناء منتصف اليوم خصوصا فى الاشهر الصيفية،من ناحية اخرى فى مساء واثناء الاشهر الشتائية سيتطلب اضاءة كهربائية.

فى BDA يمكن مقارنة النسبة المئوية للتخفيضات فى التكلفة للاضاءة الكهربائية اللازمة لاضاءة الغرفة (المعمل)،اما النافذة الموجهة للجنوب توضح امكانية توفر اضاءة مناسبة لمده اكثر طوال العام اثناء الاشهر الصيفية

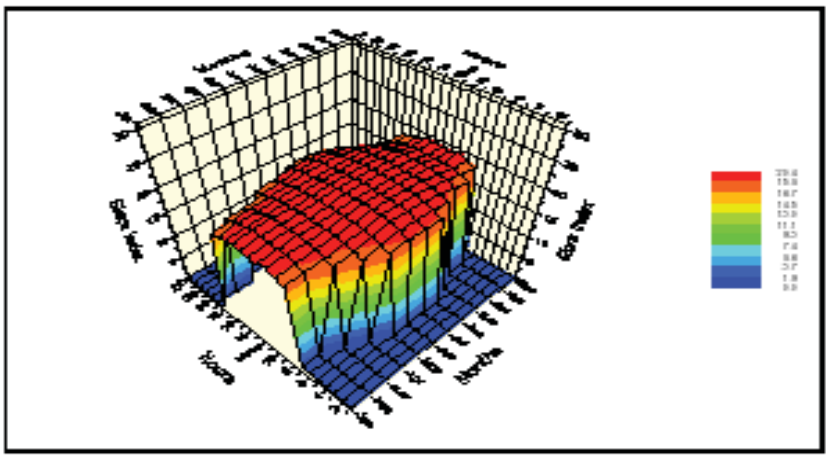
(فى اليوم) واثناء الاشهر الشتائية (منتصف العام) .



Monthly Electric Lighting Savings, South-facing Window



Monthly Electric Lighting Savings, North-facing Window



Temporal Daylight Illuminance for the North-facing Window

شكل (106) يوضح الاضاءة باللاكس lux في ساعات اليوم (24 ساعة) خلال اشهر السنه

وبالتدريب على النموذج الافتراضى السابق والتأكد من النتائج،بدأنا بتطبيق الخطوات السابقة على النموذج الواقعى محل الدراسة " معمل النظائر المشعة – مركز الامان النووى والرقابة الاشعاعية – هيئة الطاقة الذرية "

5-7-1-2 المرحلة الثانية من الدراسة العملية

دراسة تأثير التصميم المعمارى البيئى على ترشيد استهلاك الطاقة بتصميم فتحات الاضاءة الطبيعية وتطبيق اساليب التحكم البيئى،معتمدا على محاكاة فتحات الاضاءة الطبيعية الموجوده بالفعل والبدائل المقترحة لها بعد تطبيق ادوات التصميم المختلفة المناسبه مثل :-

تغيير لشكل وحجم واتجاه النافذة

اختيار ادوات الاضاءة الطبيعية المساعدة المناسبة من عاكسات وحواجز وادوات تظليل

اختيار انواع الاطر المناسبة للنافذة مستعينا بالقياسات السابقة

اختيار انواع الزجاج حسب القياسات السابقة .

بدأنا باختيار عينة الدراسه وهى معمل الكمياء الاشعاعية والنظائر المشعة بمركز "الامان النووى والرقابة الاشعاعية – هيئة الطاقة الذرية "

ونرى هنا الحلول المختلفة التى تم حسابتها (وقد تم فرض 53 حاله مختلفة) وتم حسابتها وعرضها بطريقة سهلة المقارنة بينهم لاختيار الانسب والافضل لتحقيق التصميم الملائم والحصول على شدة الاضاءة المناسبة لطبيعة العمل وصولا لتحقيق الهدف من التصميم بتخفيض استهلاك الطاقة .

ملاحظة :

- ثبات المساحه (عرض 3.60 × طول 5.40 × ارتفاع 2.70)
- معامل الانعكاس للاسطح والارضية

انعكاس الحائط = 0.70

انعكاس السقف = 0.80

انعكاس الارضية = 0.20

- ثبات مساحة النافذه بحيث تكون حوالى 20 % من مساحة الارضية
- فرض ان يكون التصميم تحت الحد الادنى لشروط الاضاءة الطبيعية (بدون تأثير اشعة الشمس المباشرة)

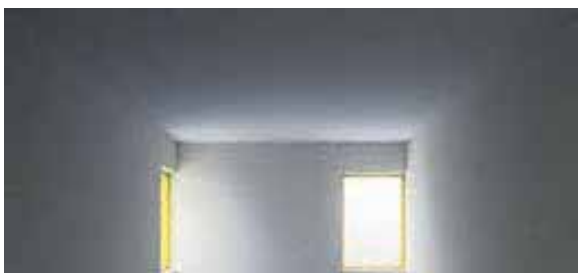
ونعرض نتائج المحاكاه كالتالى :

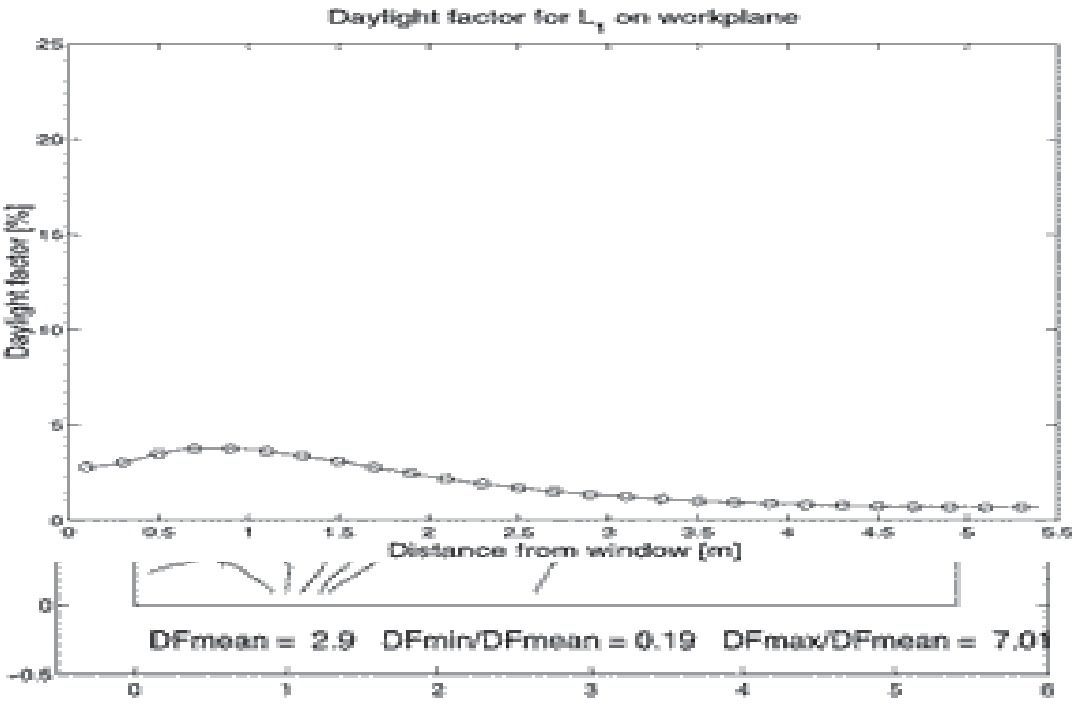
- منظور طولى للمعمل يوضح موضع وشكل النافذه المقترحه
- منظور عرضى للمعمل يوضح موضع وشكل النافذه المقترحه
- مسقط افقى يوضح مدى شدة الاضاءة فى عمق المعمل

- مسقط عمودى يوضح مدى شدة الاضاءة على الحائط
- تحليل حرارى لشدة الاضاءة بالمعمل مقاس بالالكس
- رسم بيانى يوضح القياس الكنتورى لمعامل الاضاءة على ارتفاع 0.80 متر من مسطح العمل
- رسم بيانى يوضح قيمة معامل الاضاءة (%) لكل متر يبعد عن النافذة

وباتطبيق العملى مستعينا ببرنامج الحاسب الالى (BDA) للمحاكاه مستندا على توفر ضوء الشمس المثالى بالنسبة للموقع الجغرافى،وصولا للتصميم الملائم الذى يتحقق معه الهدف من الدراسه وهو الحصول على اقصى شدة اضاءة طبيعية ملائمة لطبيعة العمل .

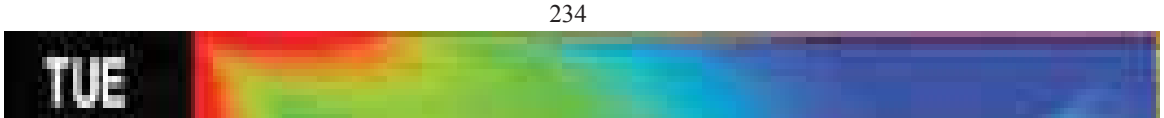
وفيما يلى تم انتقاء 38 حالة مميزة رؤى انها الاكثر ملائمة للحالة محل الدراسة

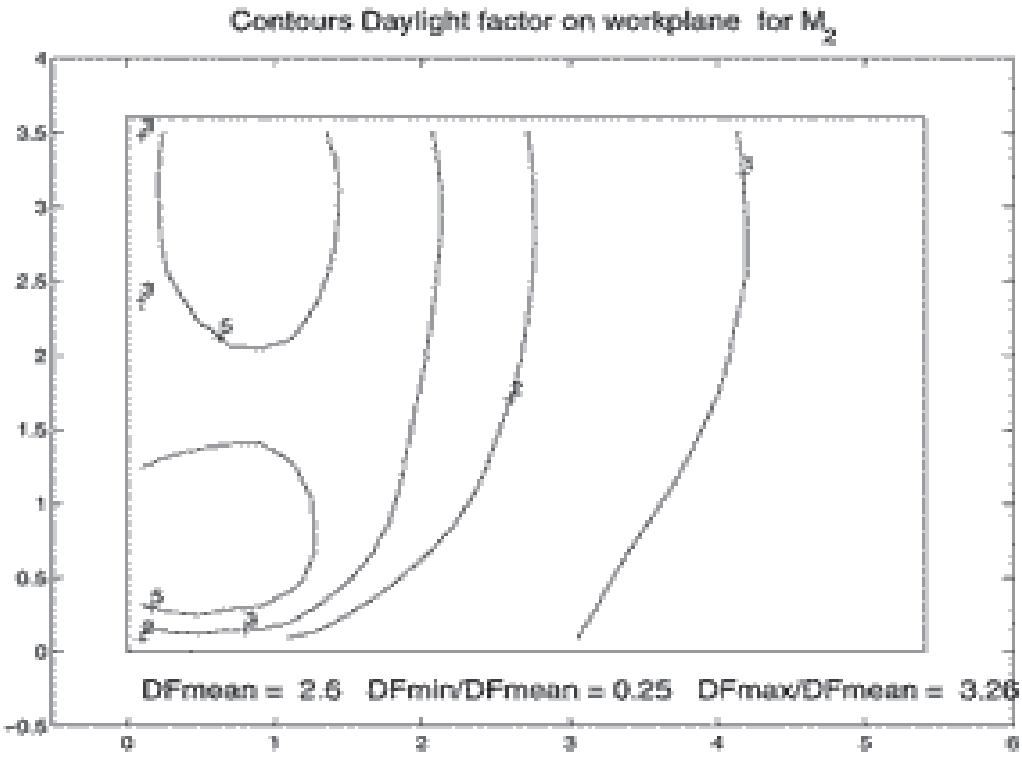


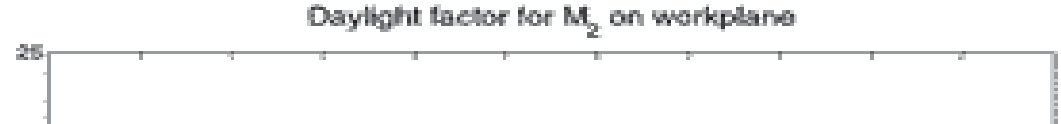


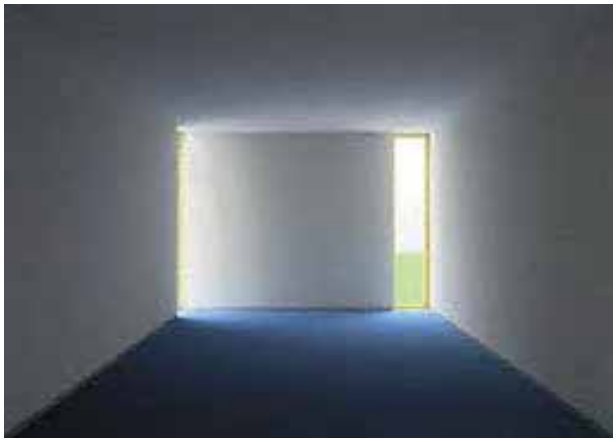
رسم بيانى يوضح القياس الكنتورى لمعامل الاضاءة (%) على ارتفاع 80, متر

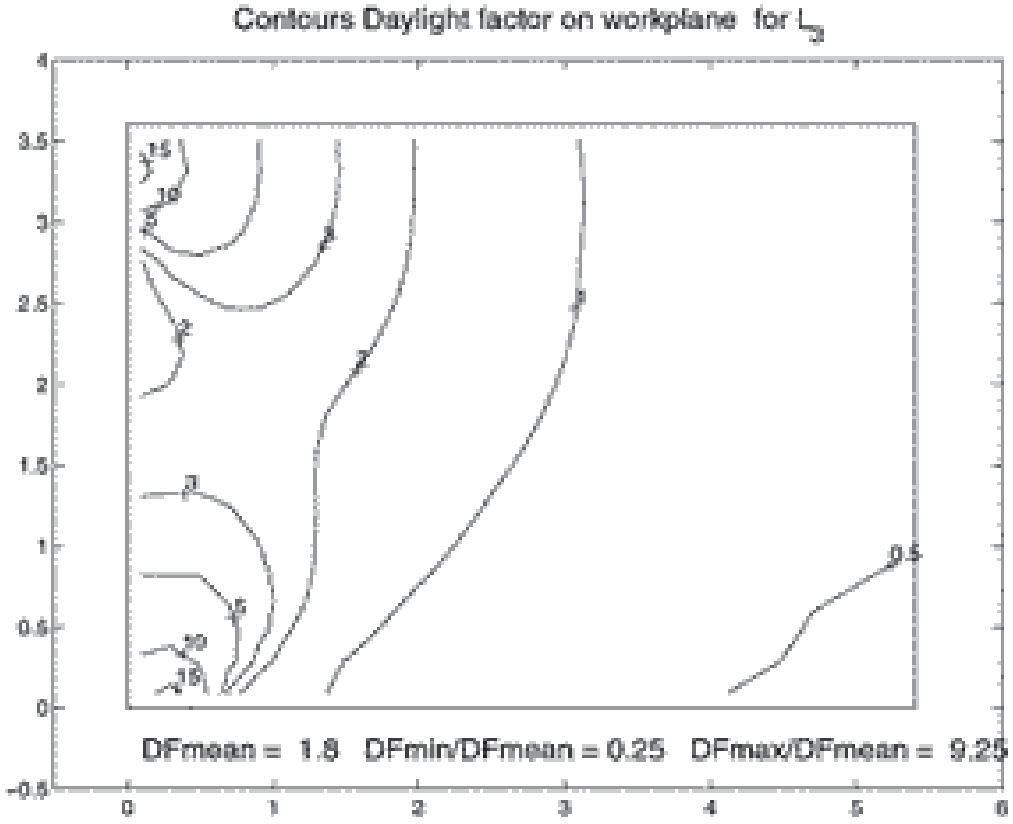
رسم بيانى يوضح قيمة معامل الاضاءة (%) لكل متر يبعد عن فتحة الاضاءة الطبيعية



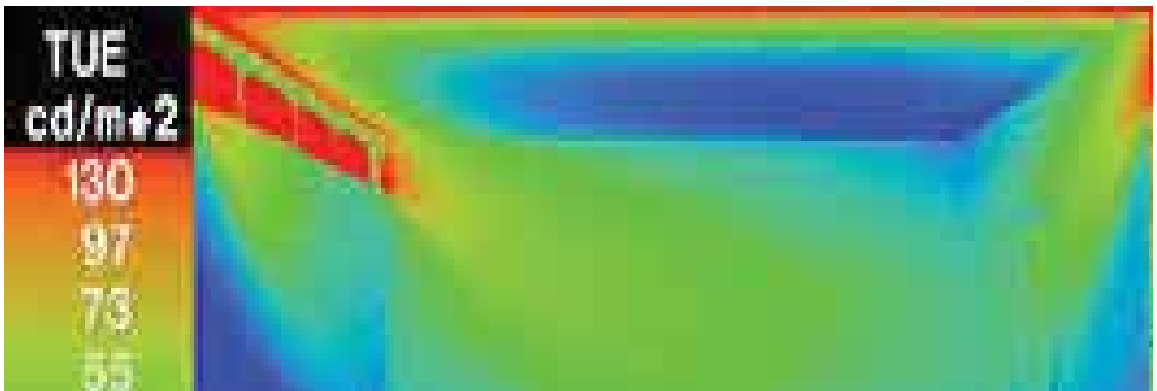

Contours Daylight factor on workplane for M2
DFmean = 2.6 DFmin/DFmean = 0.25 DFmax/DFmean = 3.26

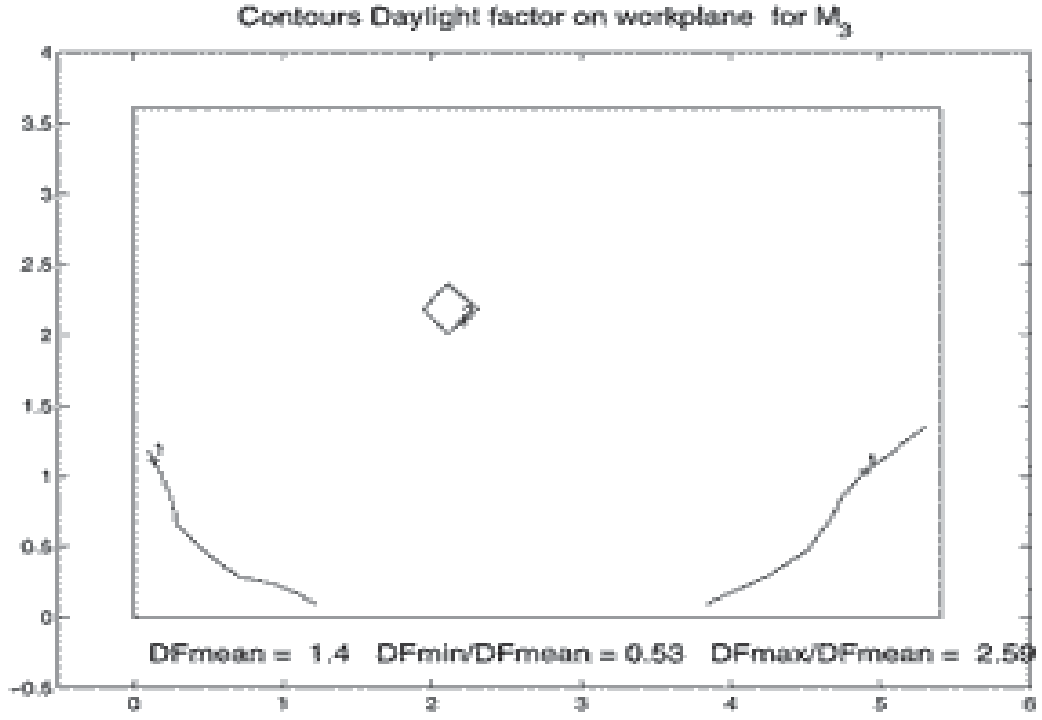

Daylight factor for M2 on workplane



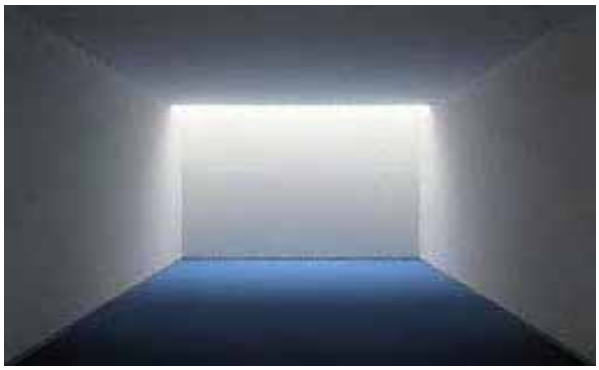

Contours Daylight factor on workplane for L3
DFmean = 1.8 DFmin/DFmean = 0.25 DFmax/DFmean = 9.25

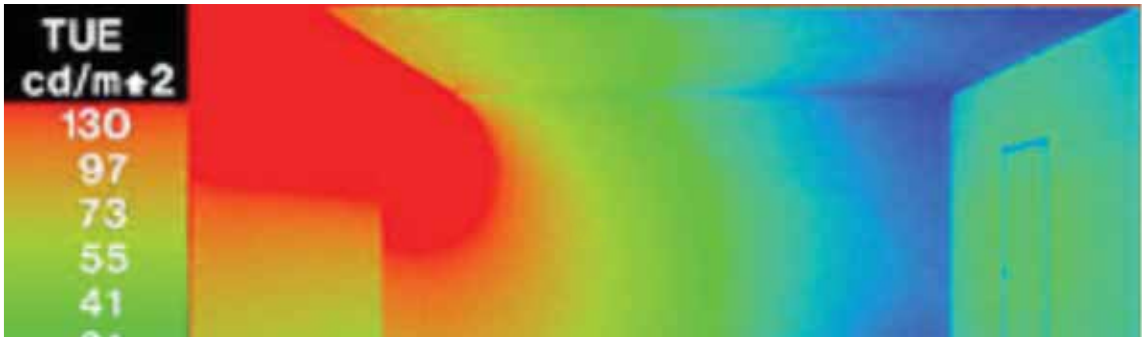
Daylight factor for L3 on workplane

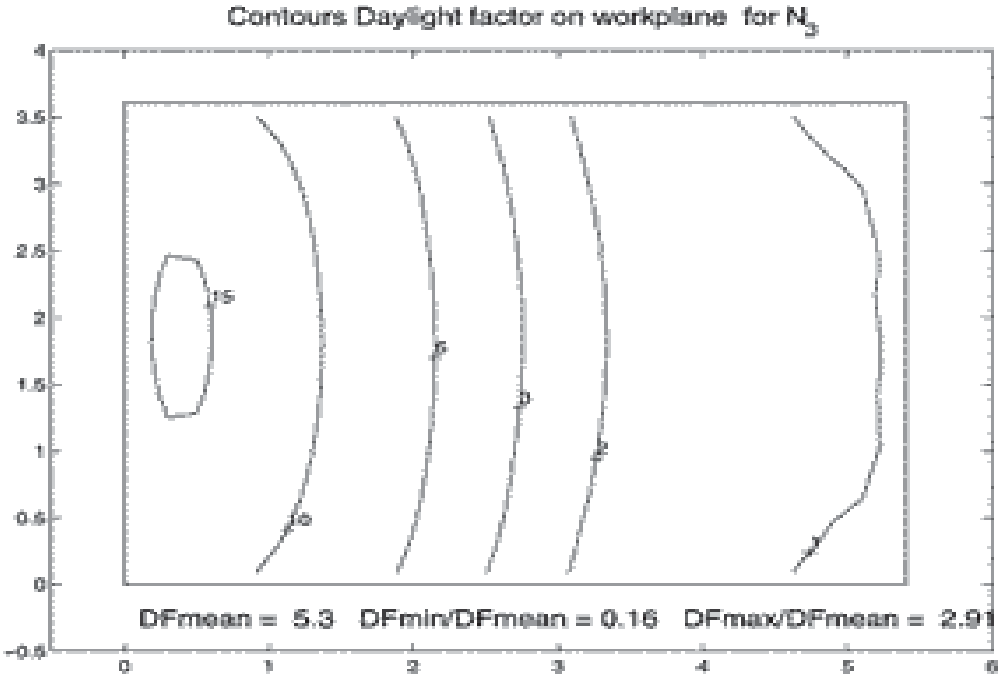

TUE
cd/m+2
130
97
73

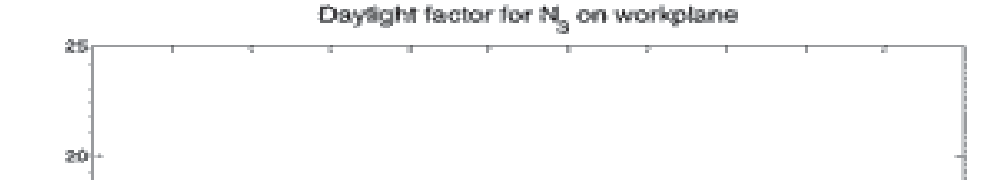

Contours Daylight factor on workplane for M3
DFmean = 1.4 DFmin/DFmean = 0.53 DFmax/DFmean = 2.59

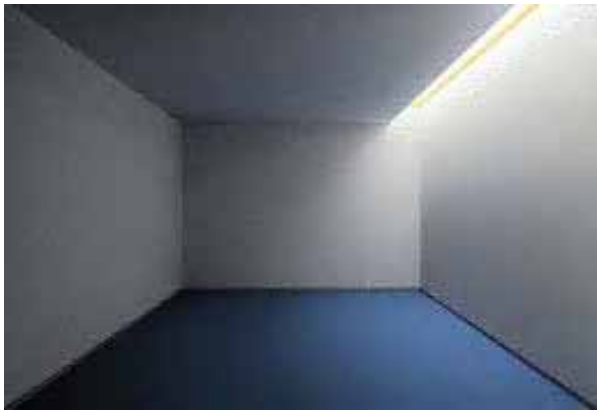
Daylight factor for M3 on workplane

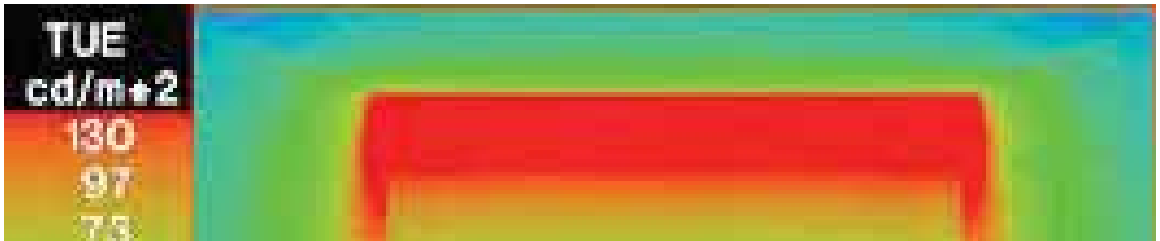


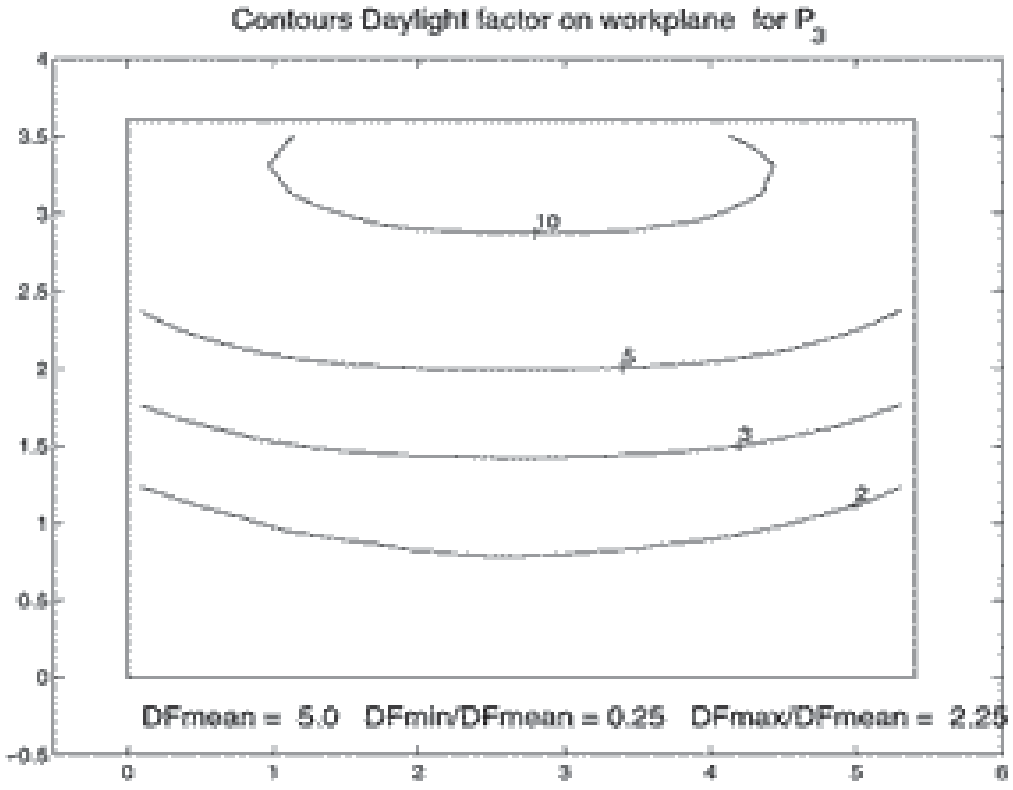

TUE
cd/m2
130
97
73
55
41

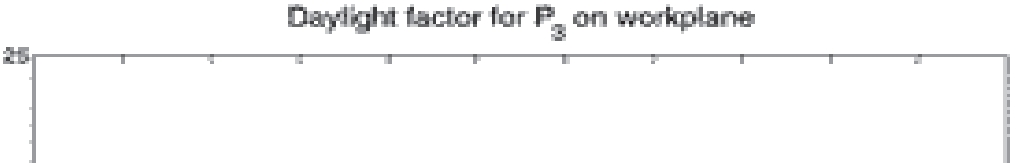

Contours Daylight factor on workplane for N3
DFmean = 5.3 DFmin/DFmean = 0.16 DFmax/DFmean = 2.91

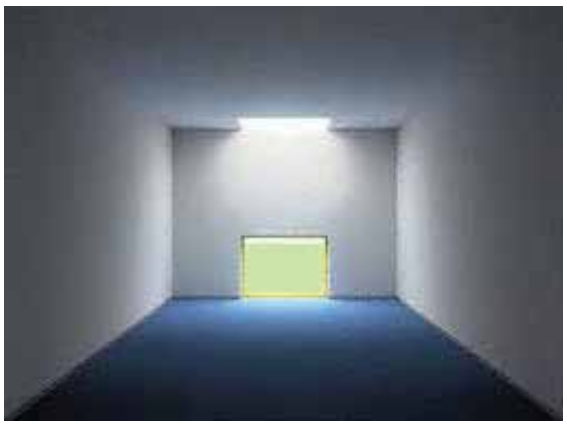

Daylight factor for N3 on workplane

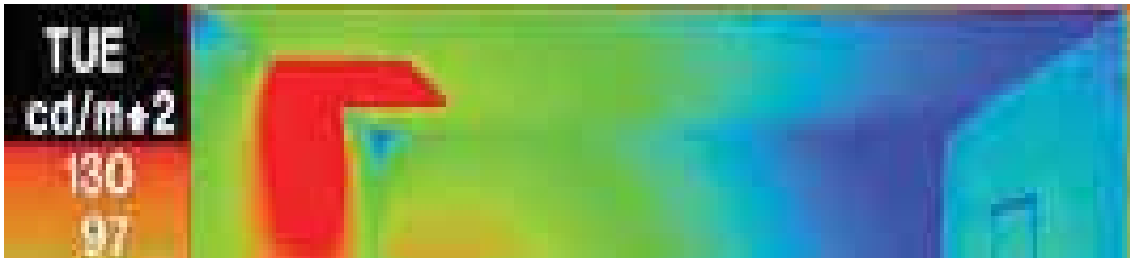


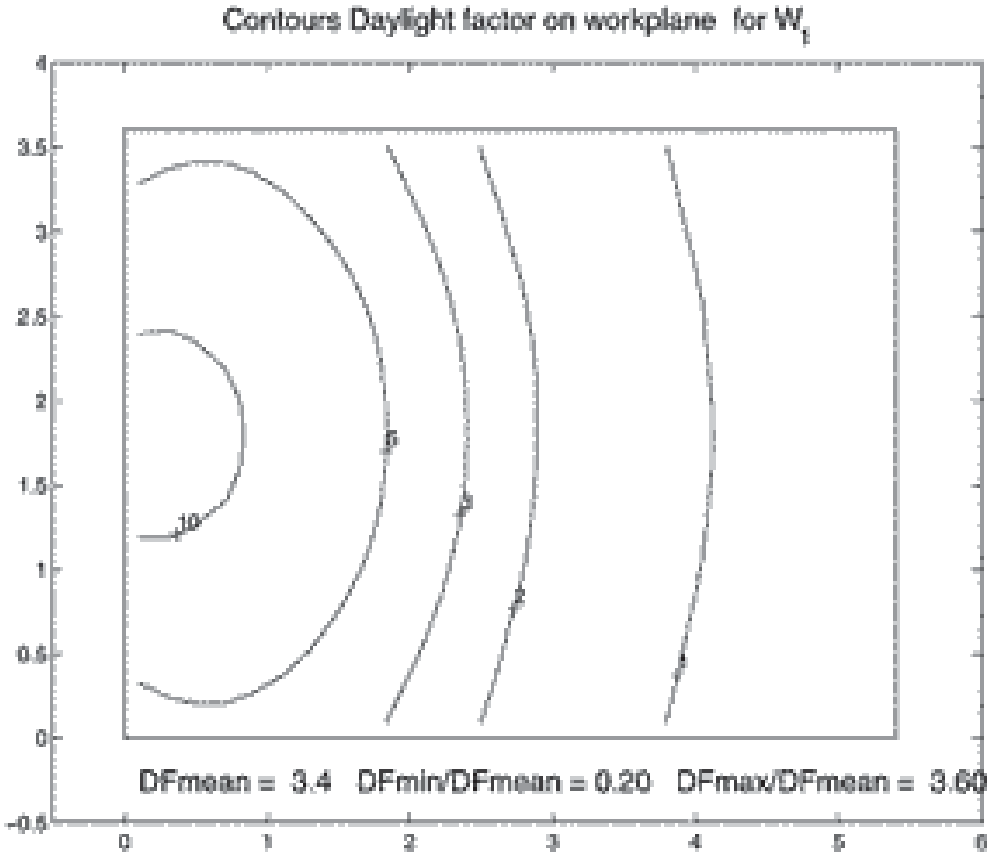

TUE
cd/m+2
130
97


Contours Daylight factor on workplane for P3
10
5
3
2
DFmean = 5.0 DFmin/DFmean = 0.25 DFmax/DFmean = 2.25

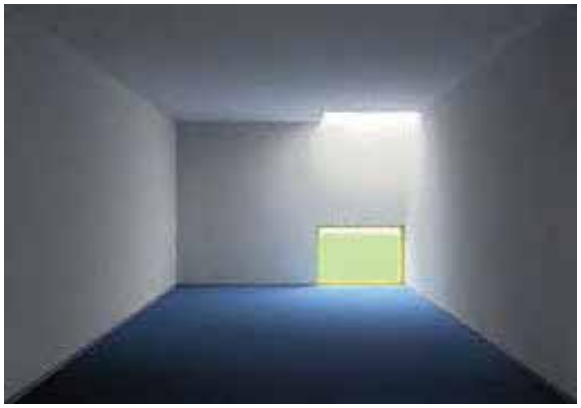

Daylight factor for P3 on workplane

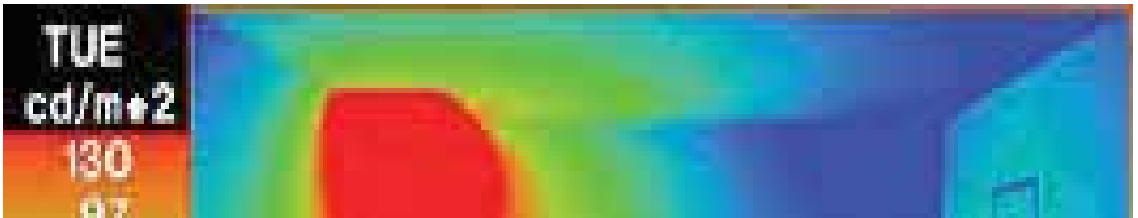


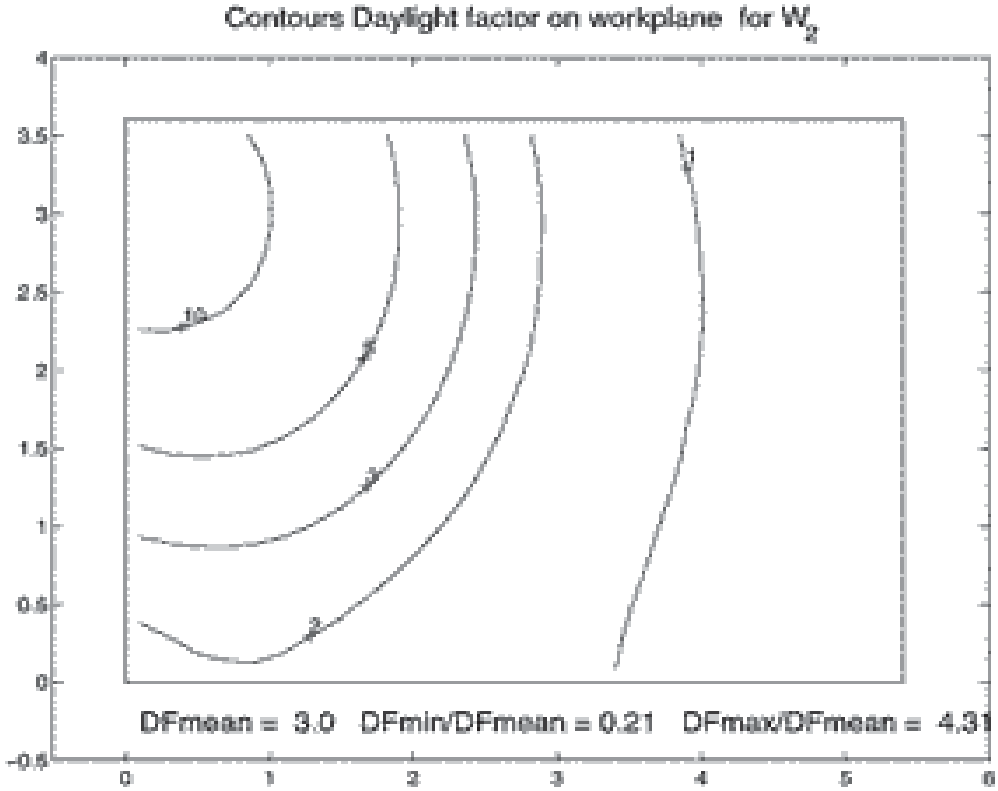

TUE
cd/m*2
130
97


Contours Daylight factor on workplane for W1
10
5
3
2
1
DFmean = 3.4 DFmin/DFmean = 0.20 DFmax/DFmean = 3.60

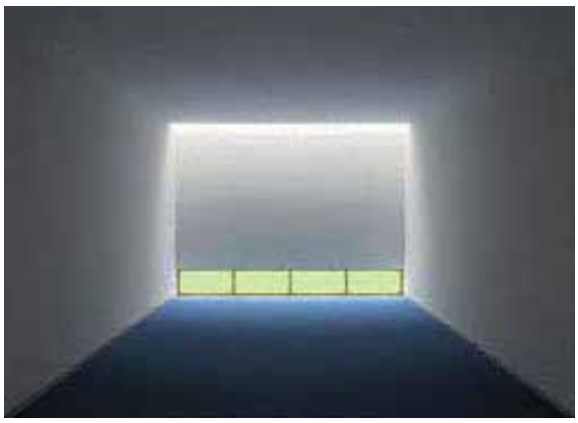
Daylight factor for W1 on workplane

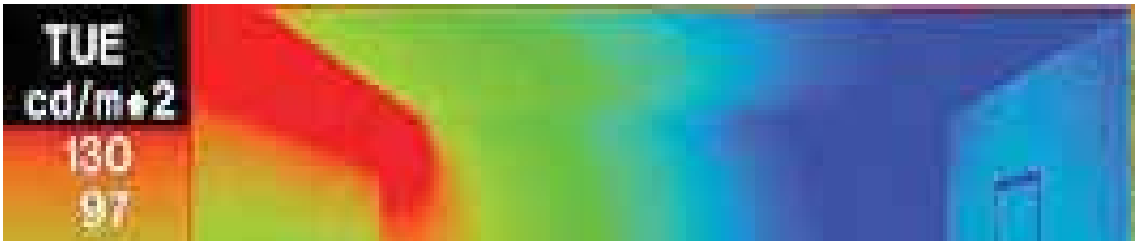


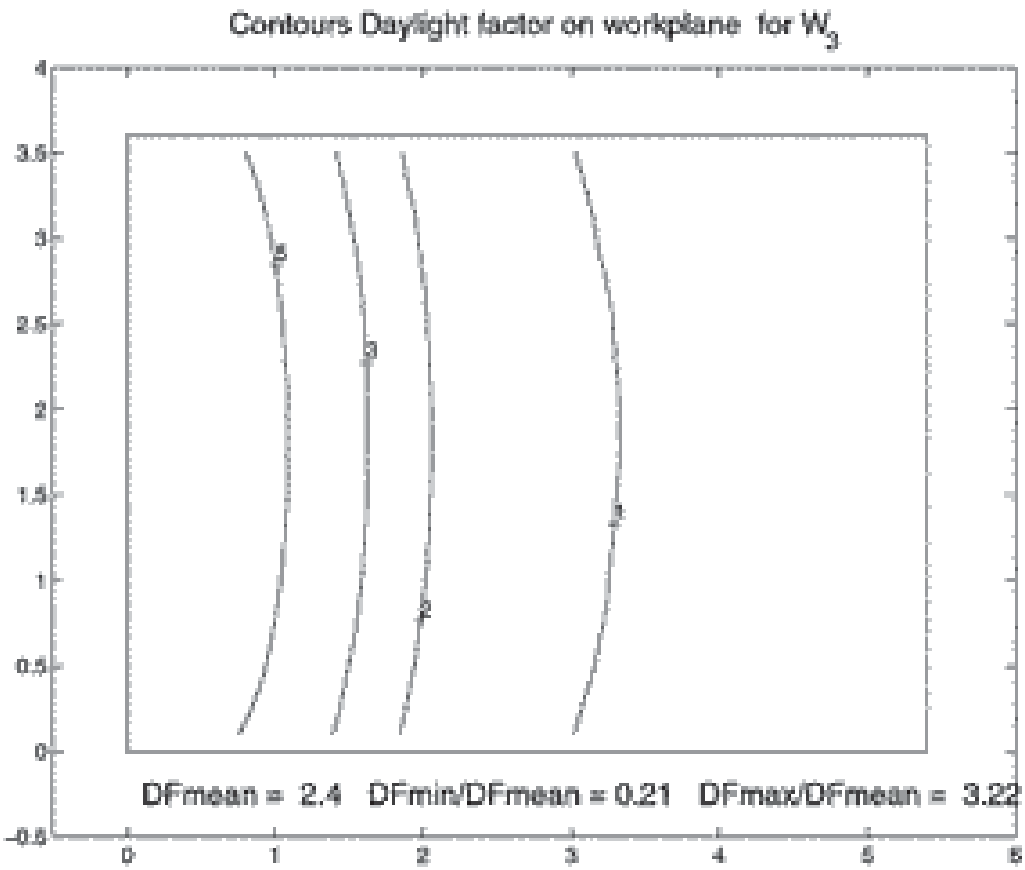

TUE
cd/m*2
130



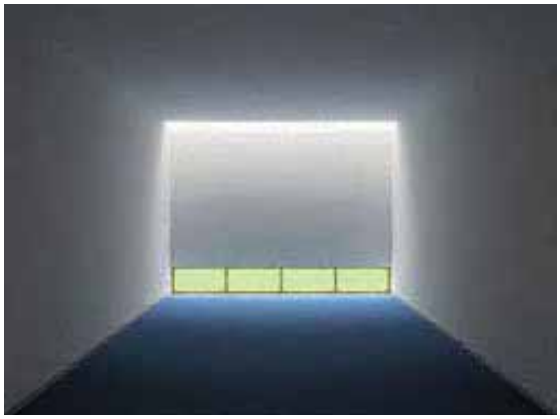
Daylight factor for W_2 on workplane



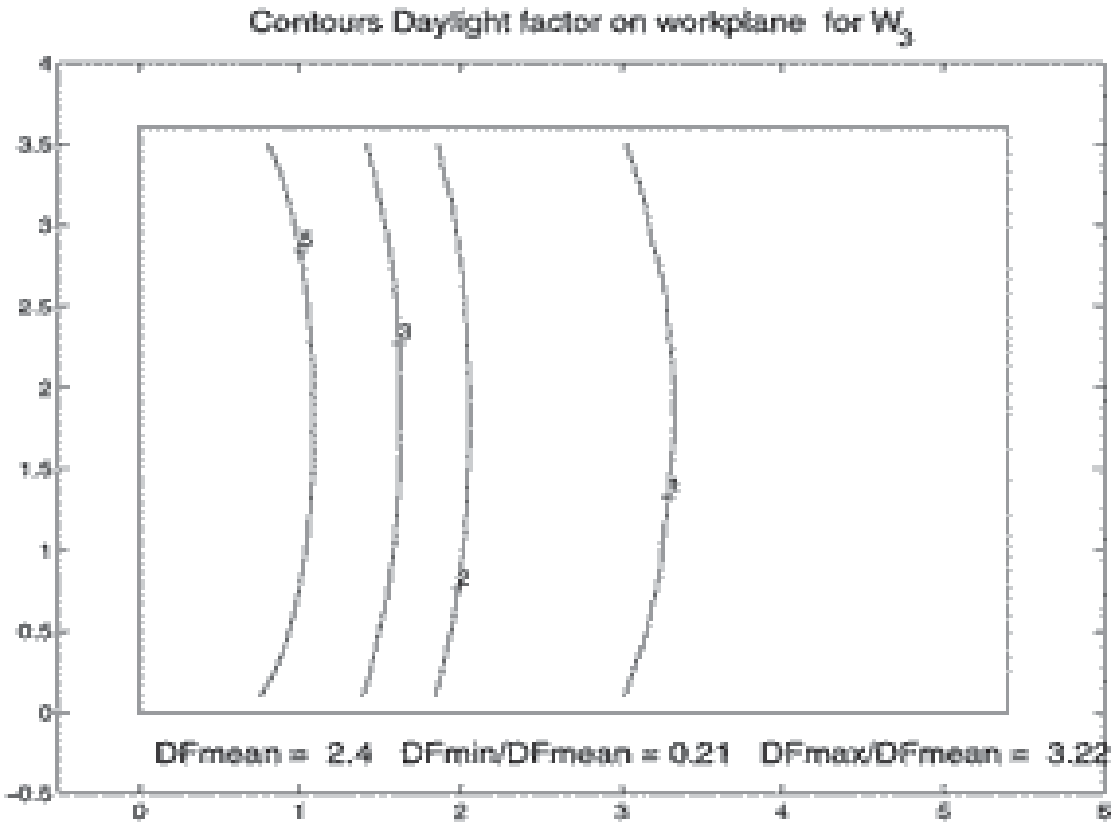

TUE
cd/m♦2
130
97

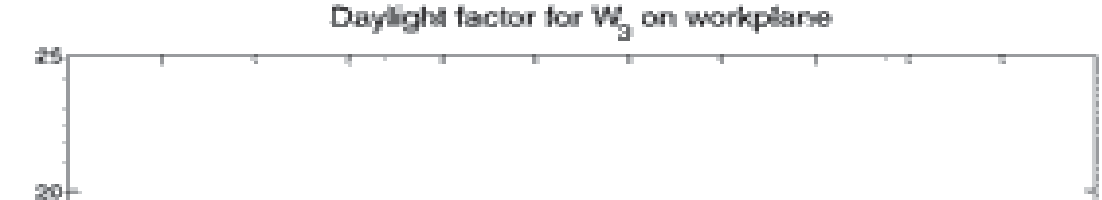

Contours Daylight factor on workplane for W3
DFmean = 2.4 DFmin/DFmean = 0.21 DFmax/DFmean = 3.22

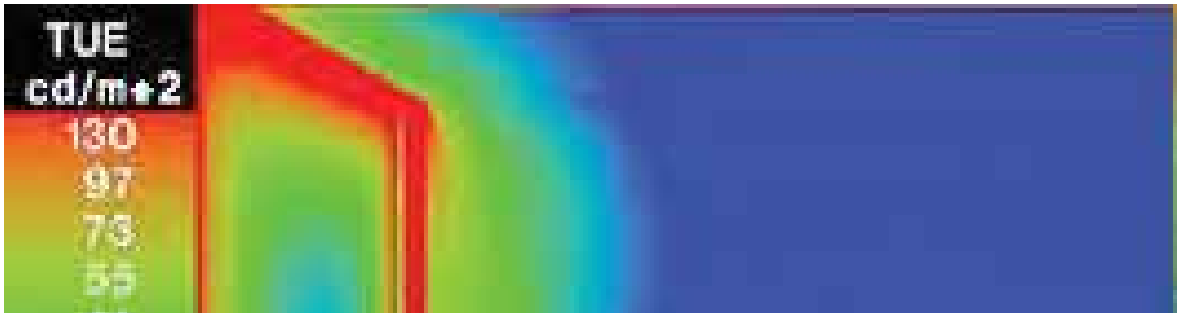
Daylight factor for W3 on workplane

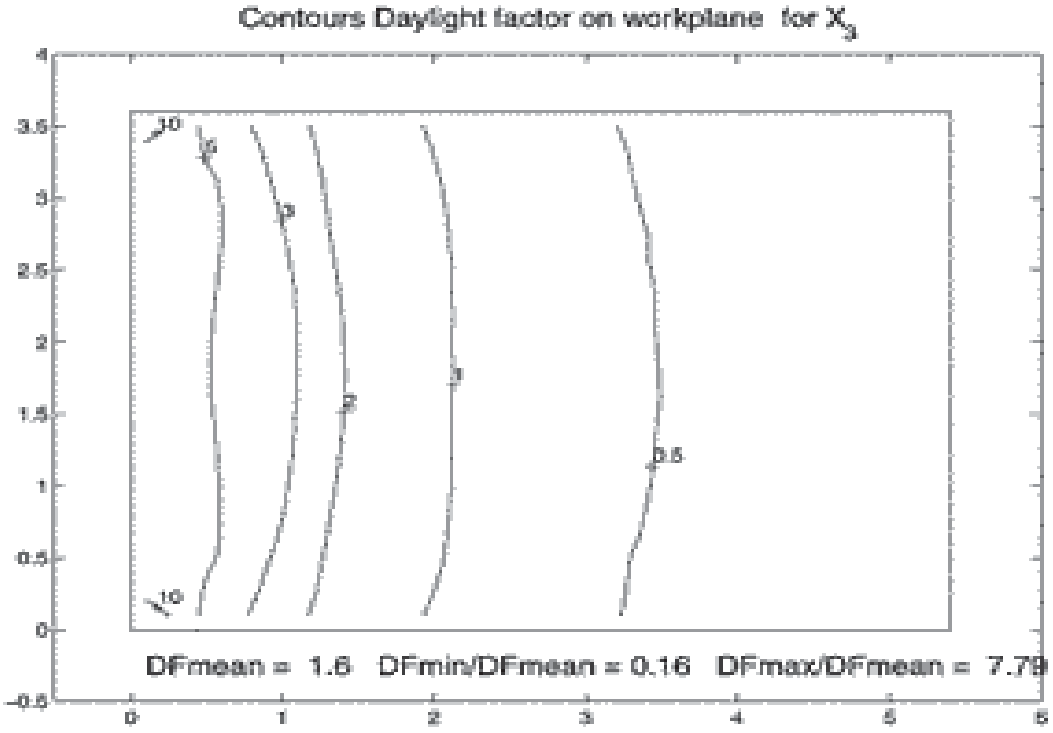


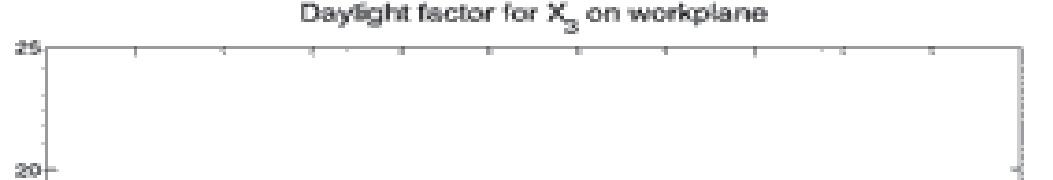
TUE
cd/m•2

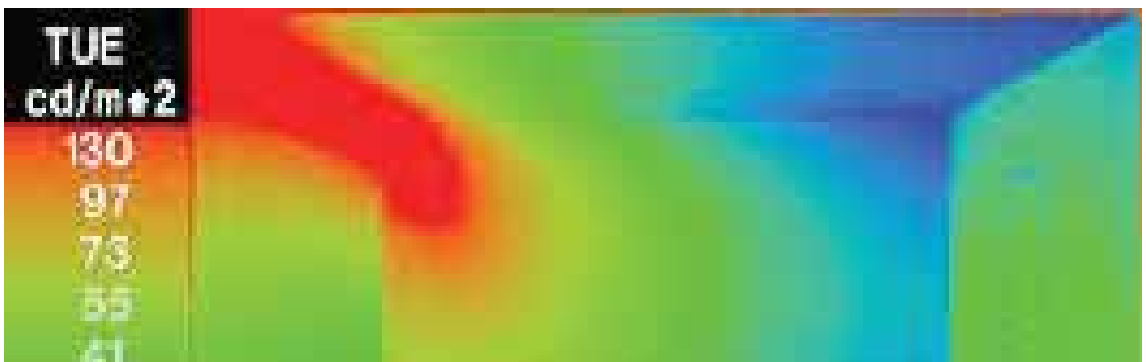

Contours Daylight factor on workplane for W3
6
3
2
1
DFmean = 2.4 DFmin/DFmean = 0.21 DFmax/DFmean = 3.22

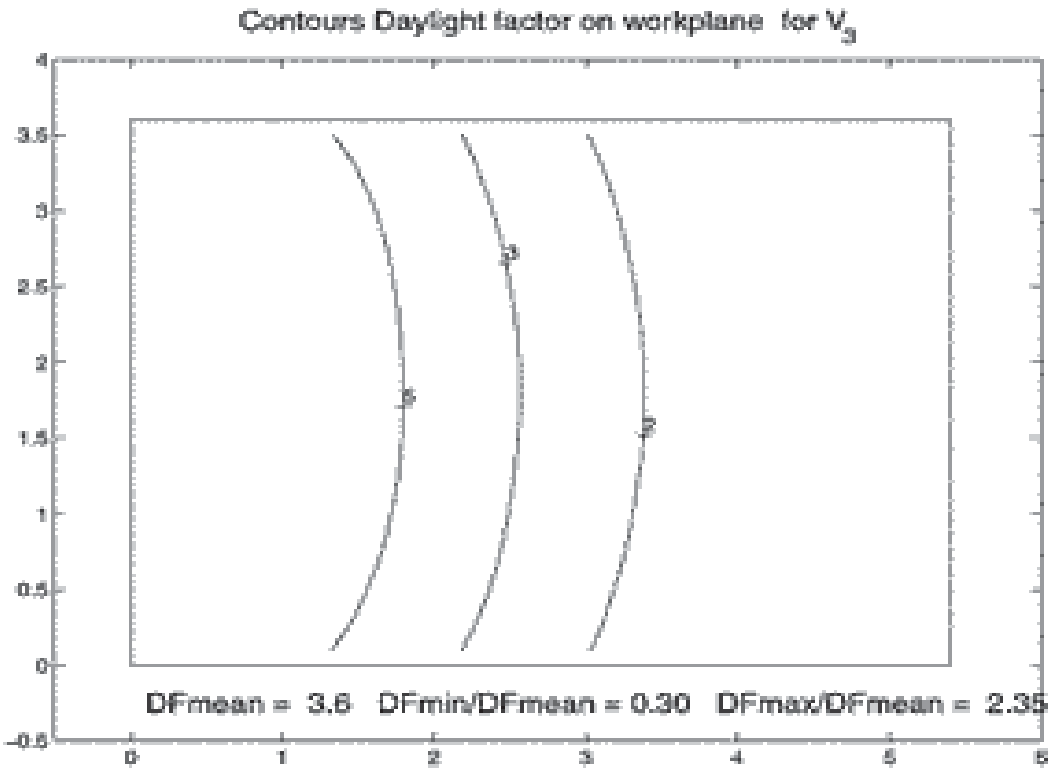

Daylight factor for W3 on workplane


TUE
cd/m+2
130
97
73
55


Contours Daylight factor on workplane for X3
10
5
2
1
0.5
DFmean = 1.6 DFmin/DFmean = 0.16 DFmax/DFmean = 7.79

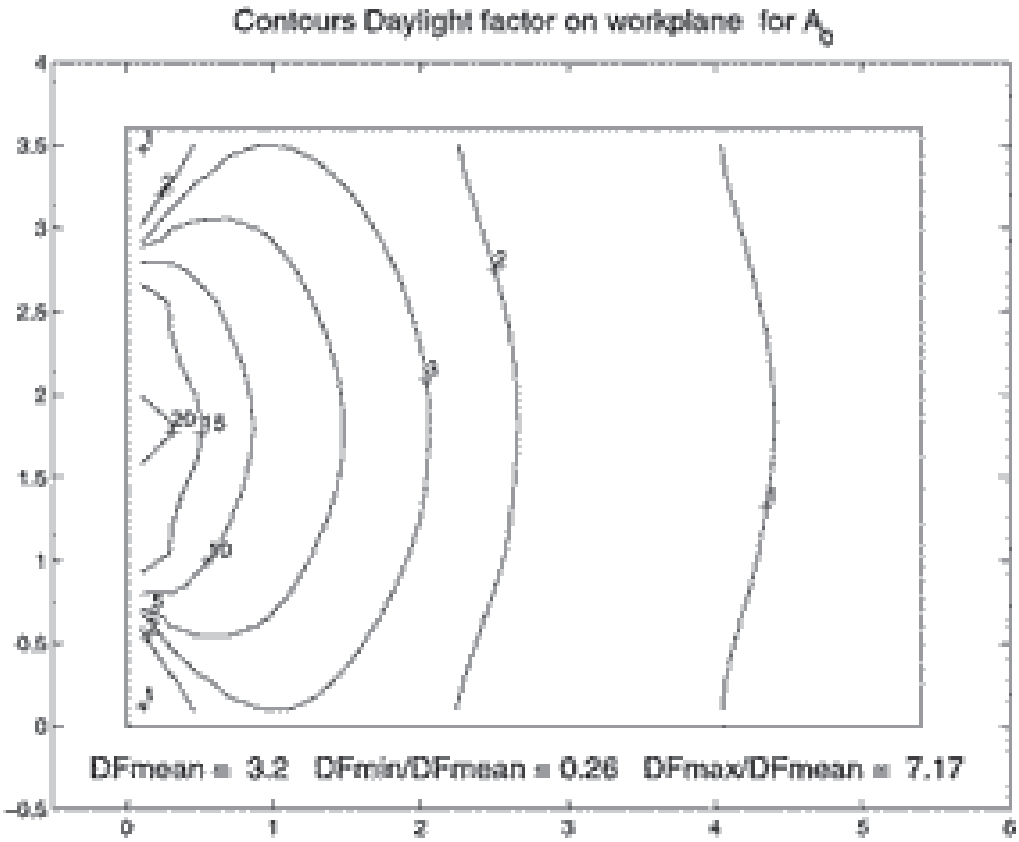

Daylight factor for X3 on workplane

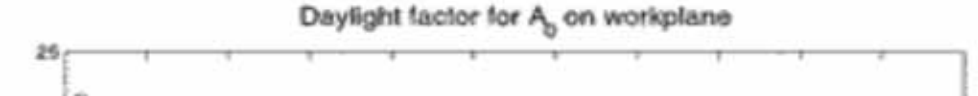

TUE
cd/m*2
130
97
73
55
41

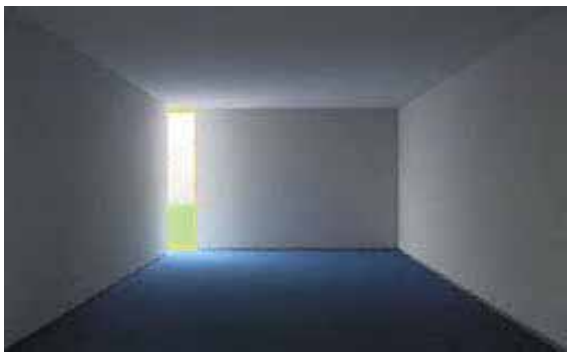

Contours Daylight factor on workplane for V3
DFmean = 3.6 DFmin/DFmean = 0.30 DFmax/DFmean = 2.35

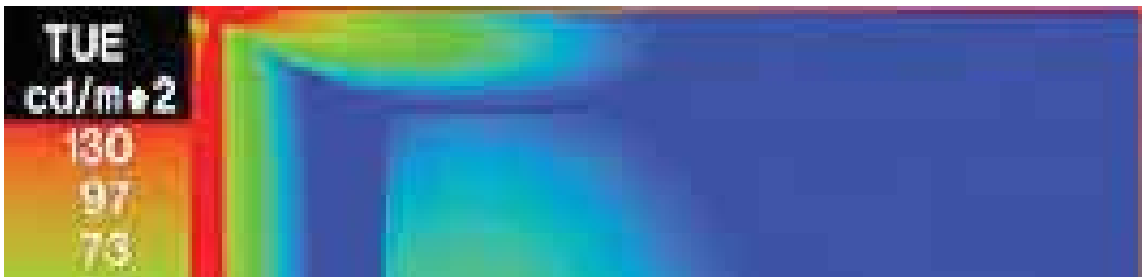
Daylight factor for V3 on workplane

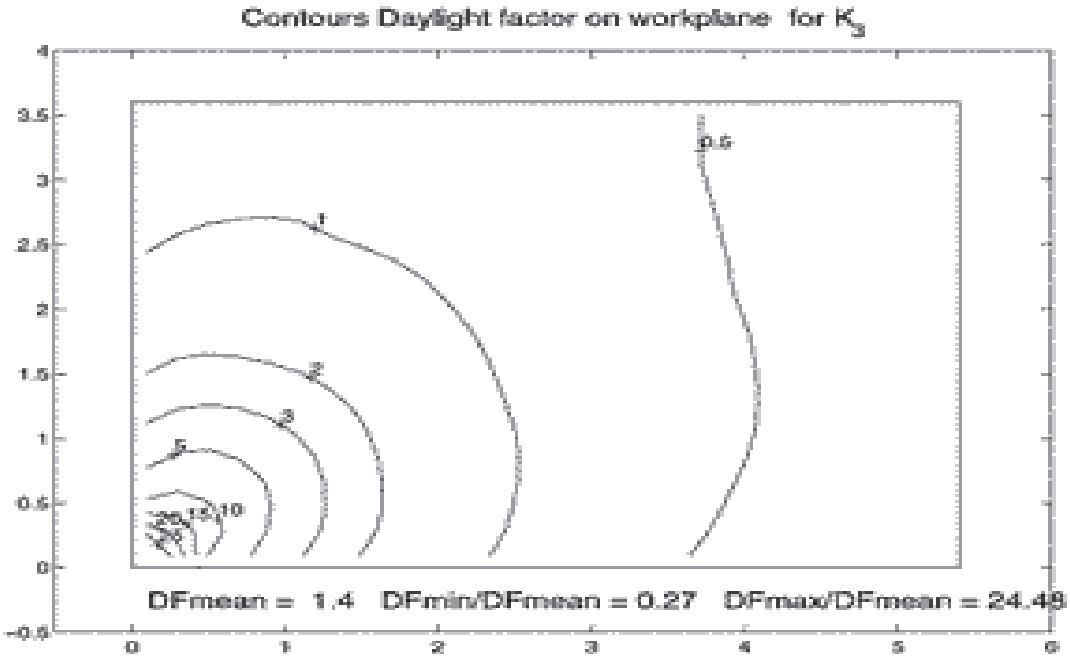
TUE
cd/m+2
130

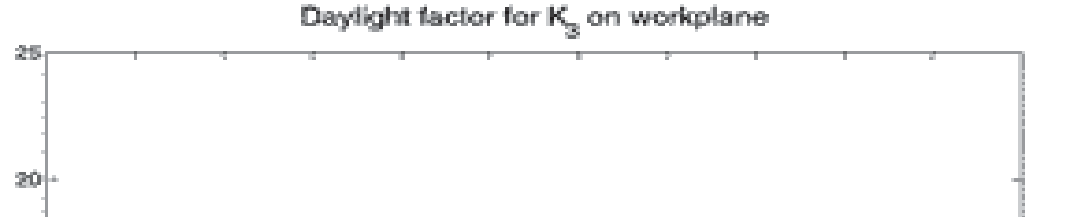

Contours Daylight factor on workplane for A0
DFmean = 3.2 DFmin/DFmean = 0.26 DFmax/DFmean = 7.17


Daylight factor for A0 on workplane

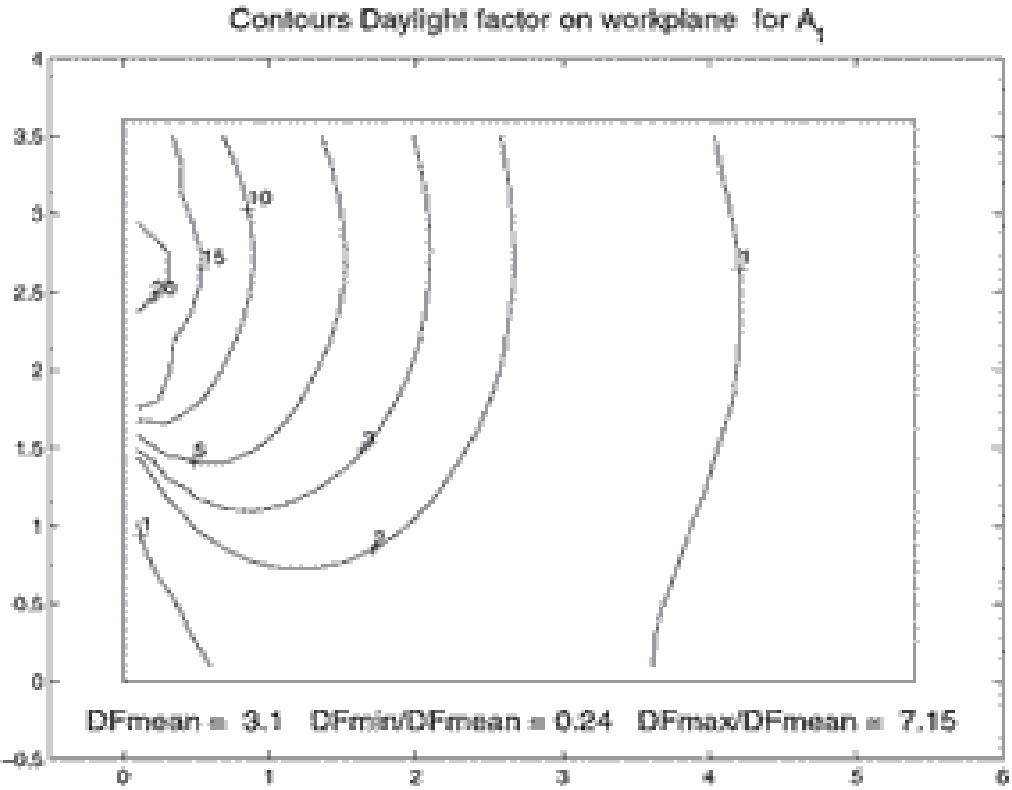



TUE
cd/m*2
130
97
73

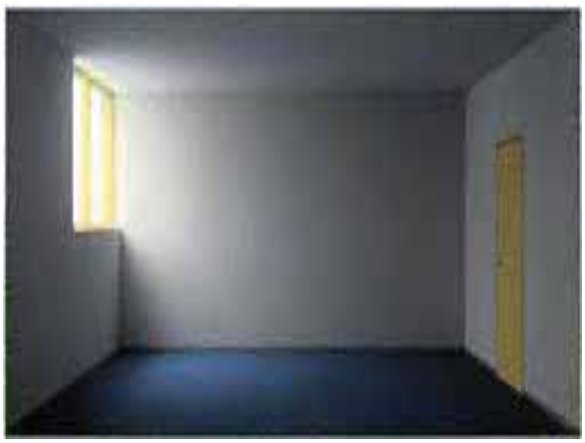

Contours Daylight factor on workplane for K3
0.5
1
2
3
5
10
DFmean = 1.4 DFmin/DFmean = 0.27 DFmax/DFmean = 24.48

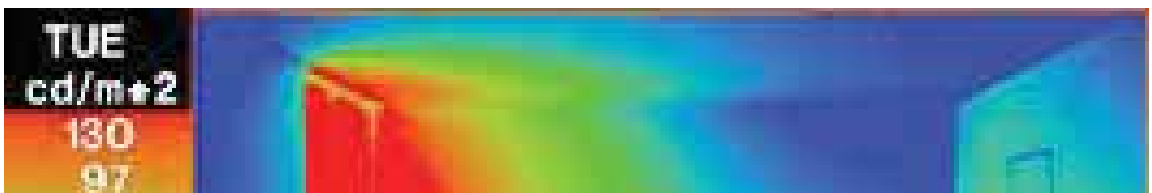

Daylight factor for K3 on workplane

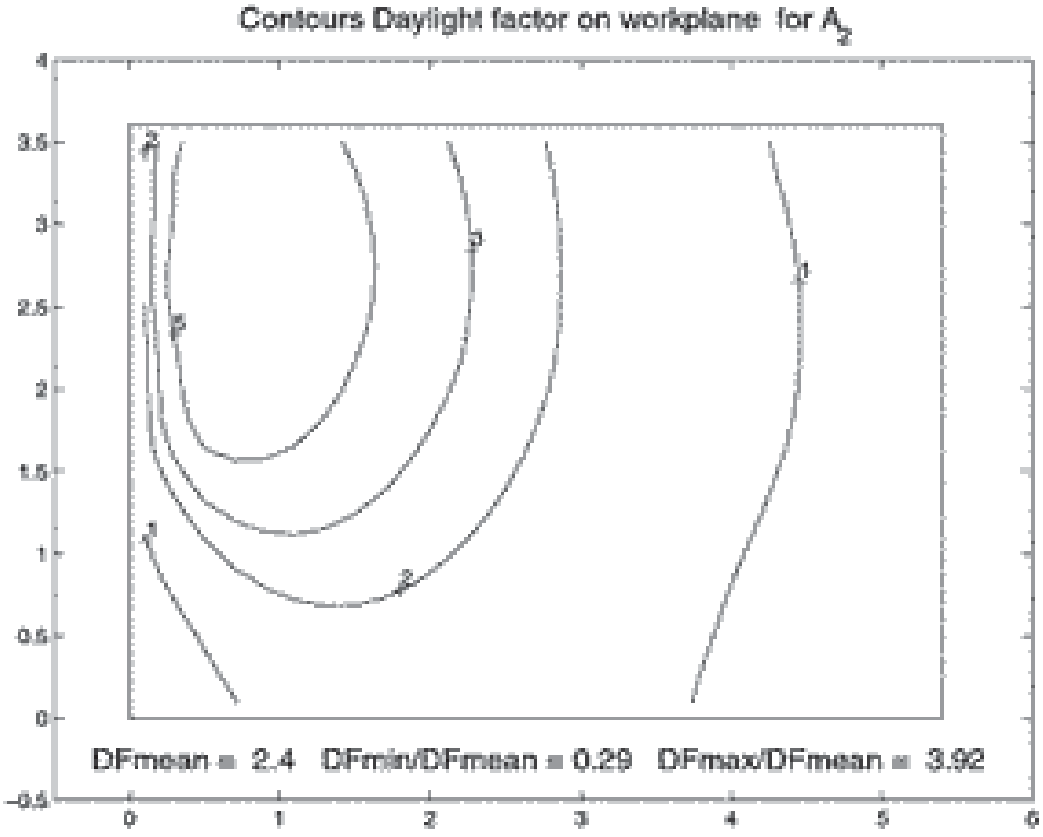
TUE
cd/m•2
130


Contours Daylight factor on workplane for A1
10
7.5
5
3
2
1
DFmean = 3.1 DFmin/DFmean = 0.24 DFmax/DFmean = 7.15

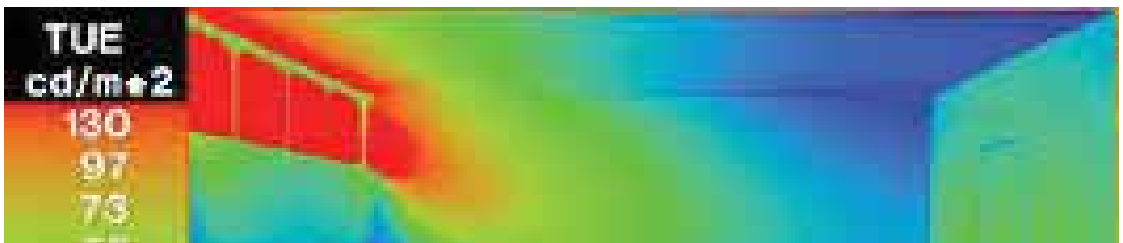
Daylight factor for A1 on workplane

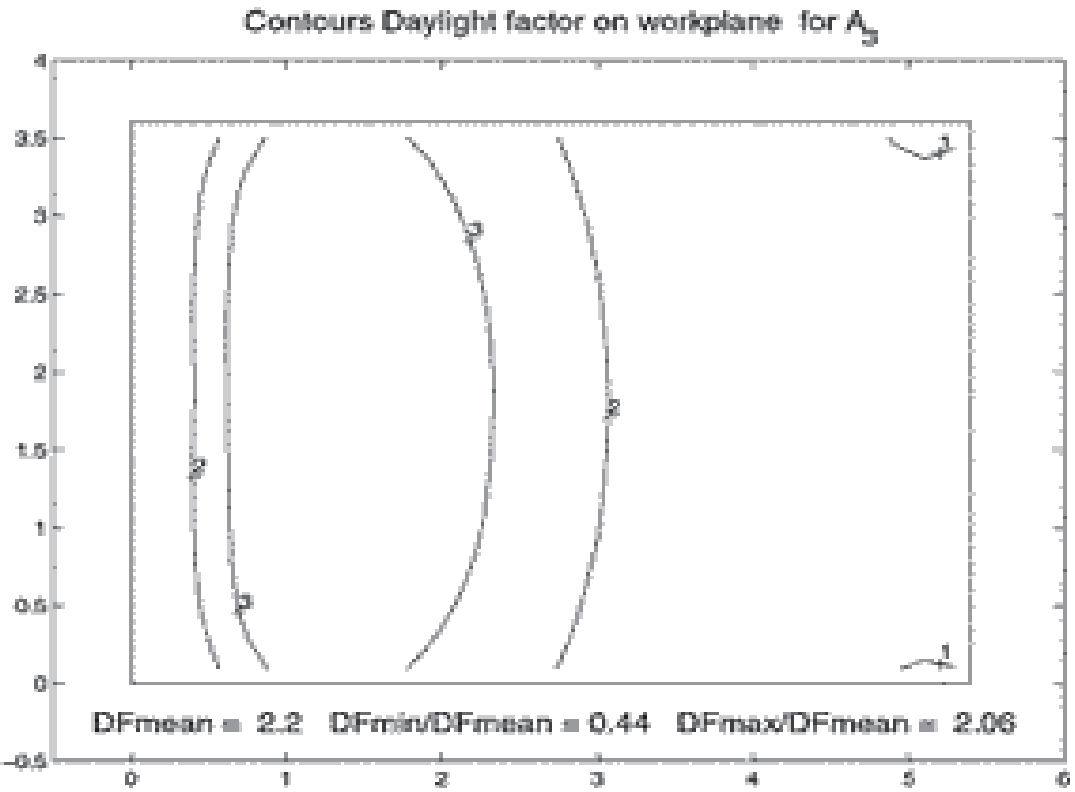


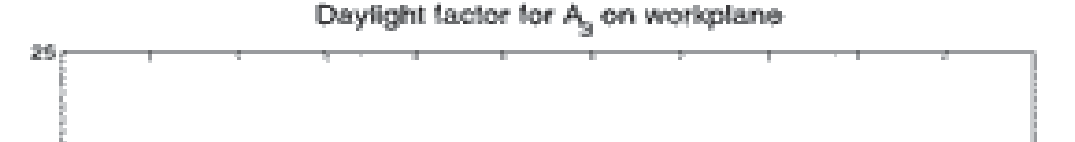

TUE
cd/m*2
130
97

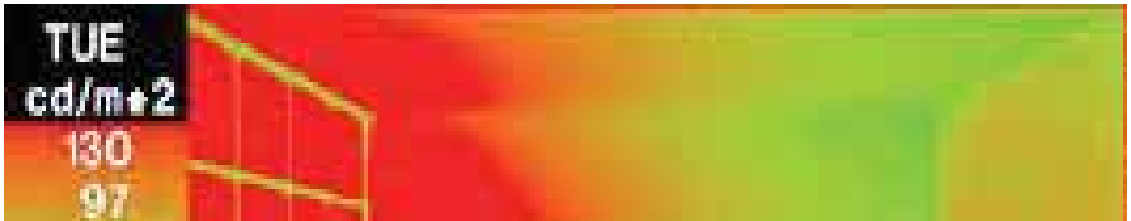

Contours Daylight factor on workplane for A2
DFmean = 2.4 DFmin/DFmean = 0.29 DFmax/DFmean = 3.92

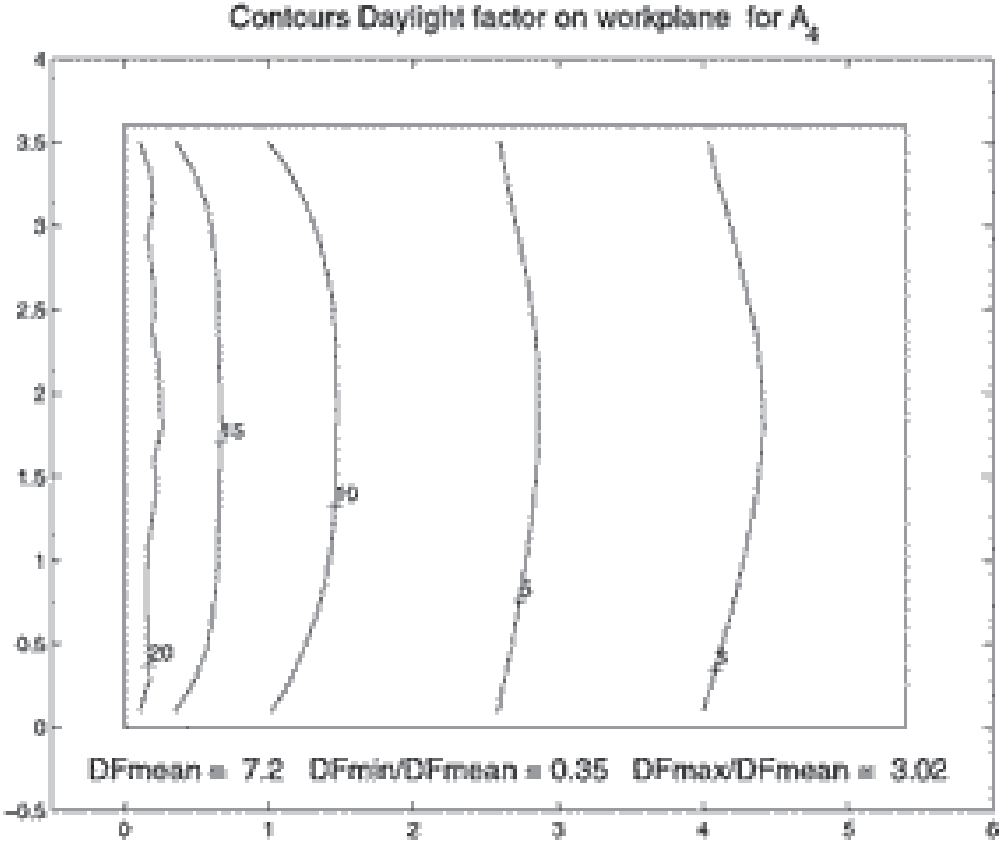
Daylight factor for A2 on workplane


TUE
cd/m*2
130
97
73

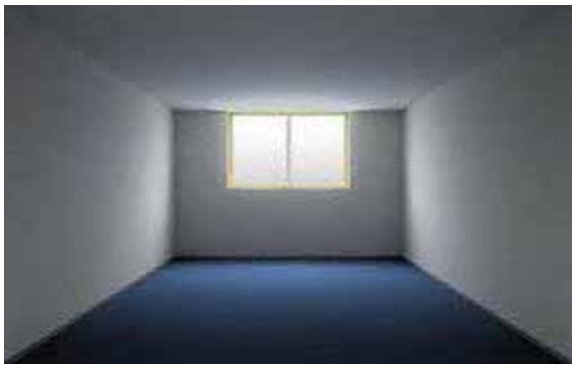

Contours Daylight factor on workplane for A3
DFmean = 2.2 DFmin/DFmean = 0.44 DFmax/DFmean = 2.06

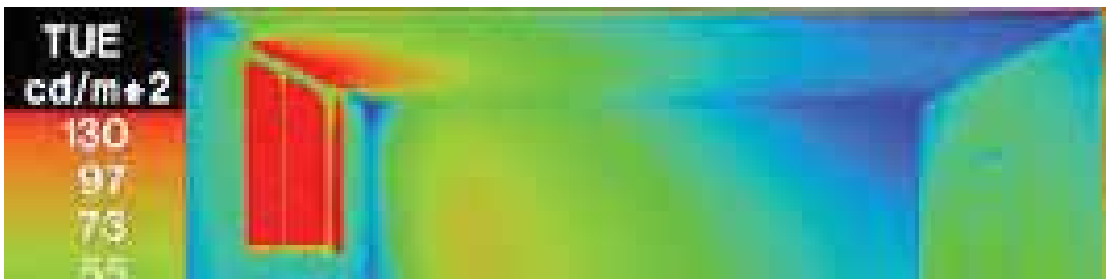

Daylight factor for A3 on workplane

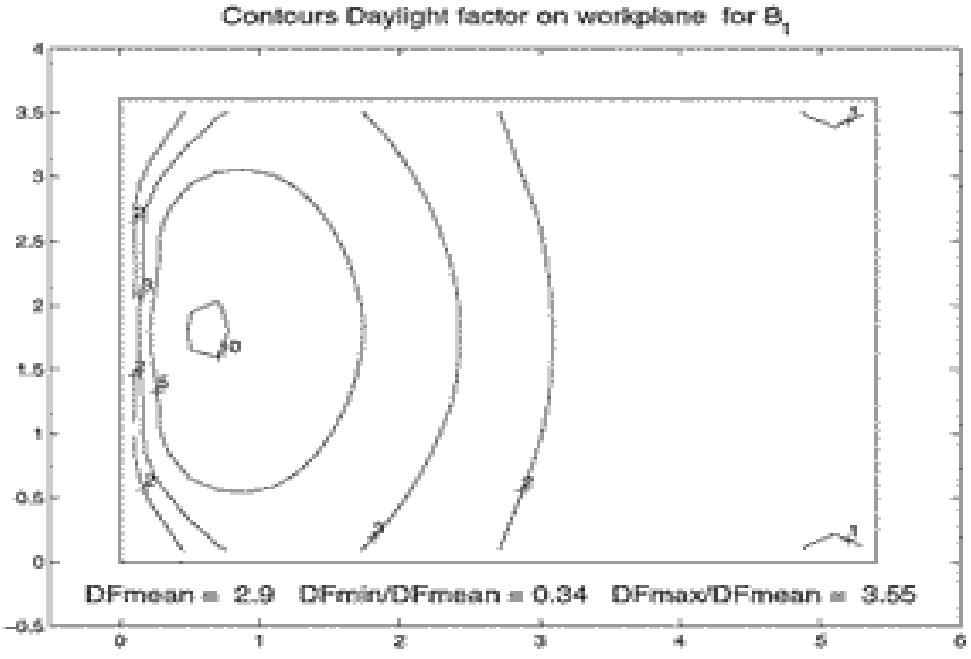

TUE
cd/m2
130
97



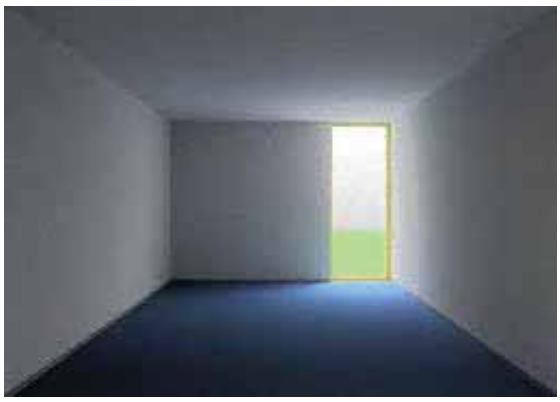
Daylight factor for A_5 on workplane



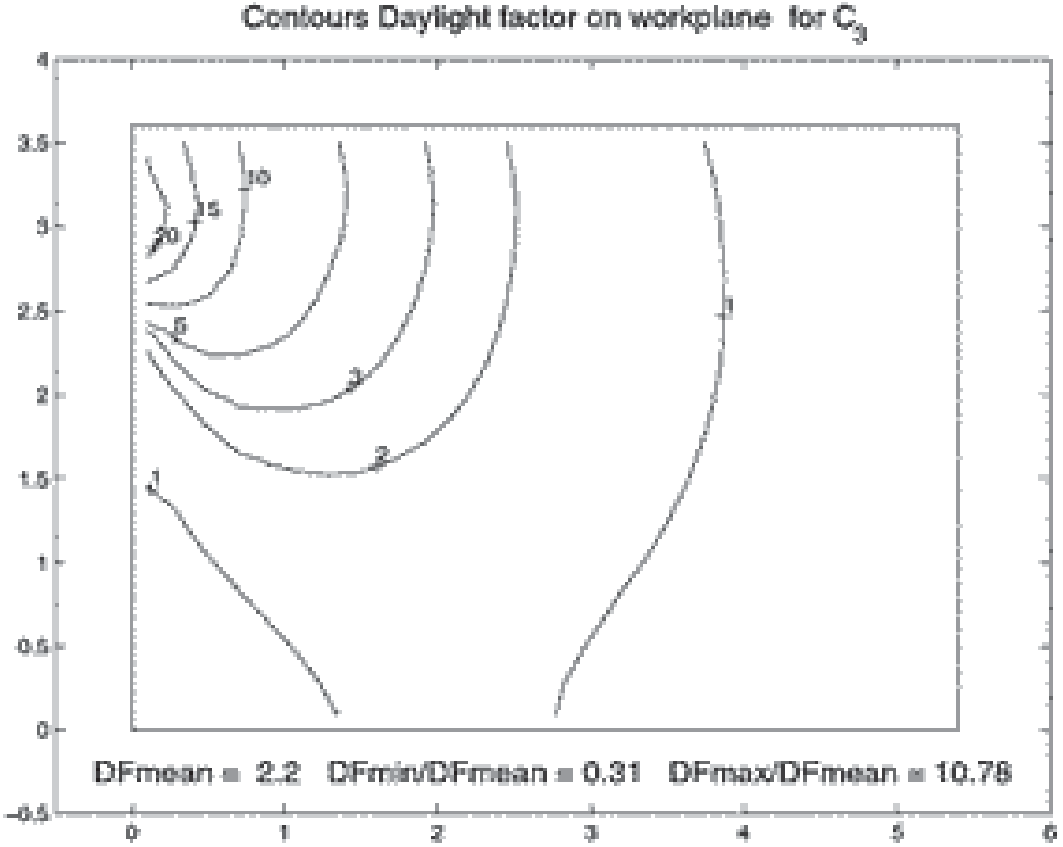

TUE
cd/m*2
130
97
73


Contours Daylight factor on workplane for B1
DFmean = 2.9 DFmin/DFmean = 0.34 DFmax/DFmean = 3.55

Daylight factor for B1 on workplane

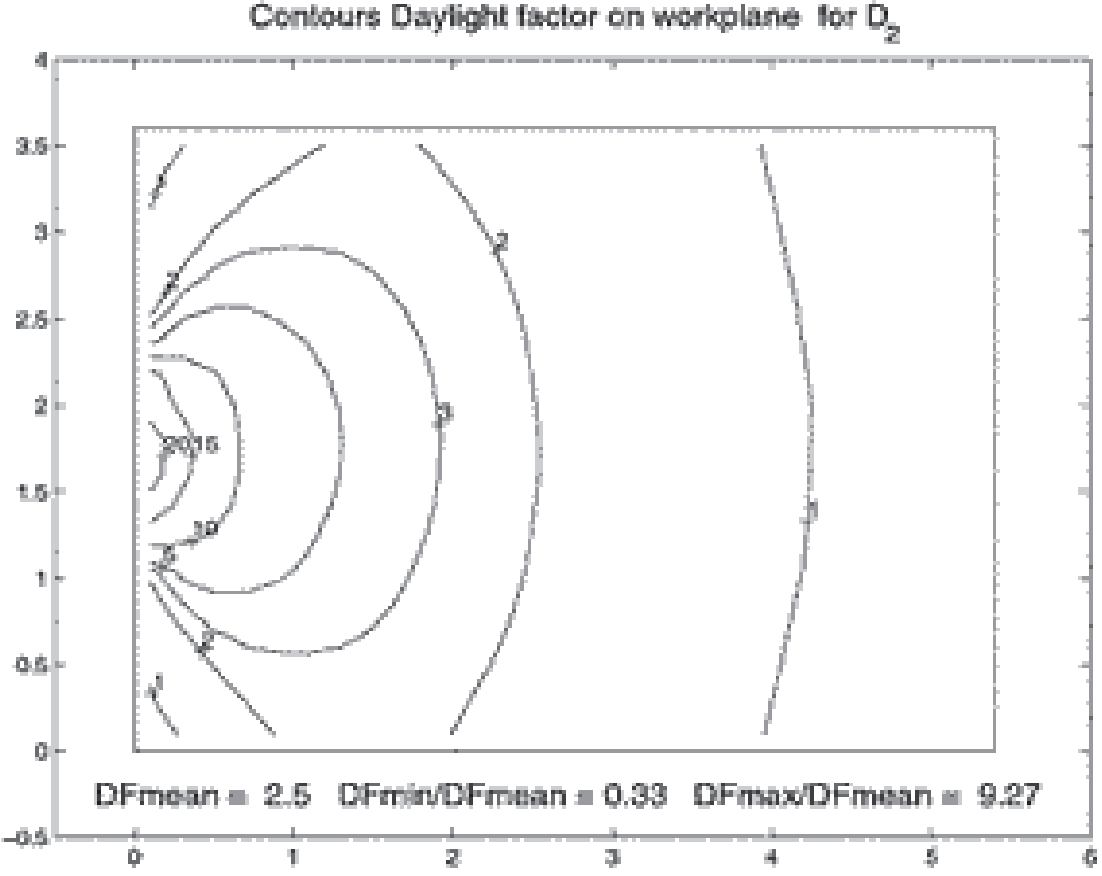


TUE
cd/m*2

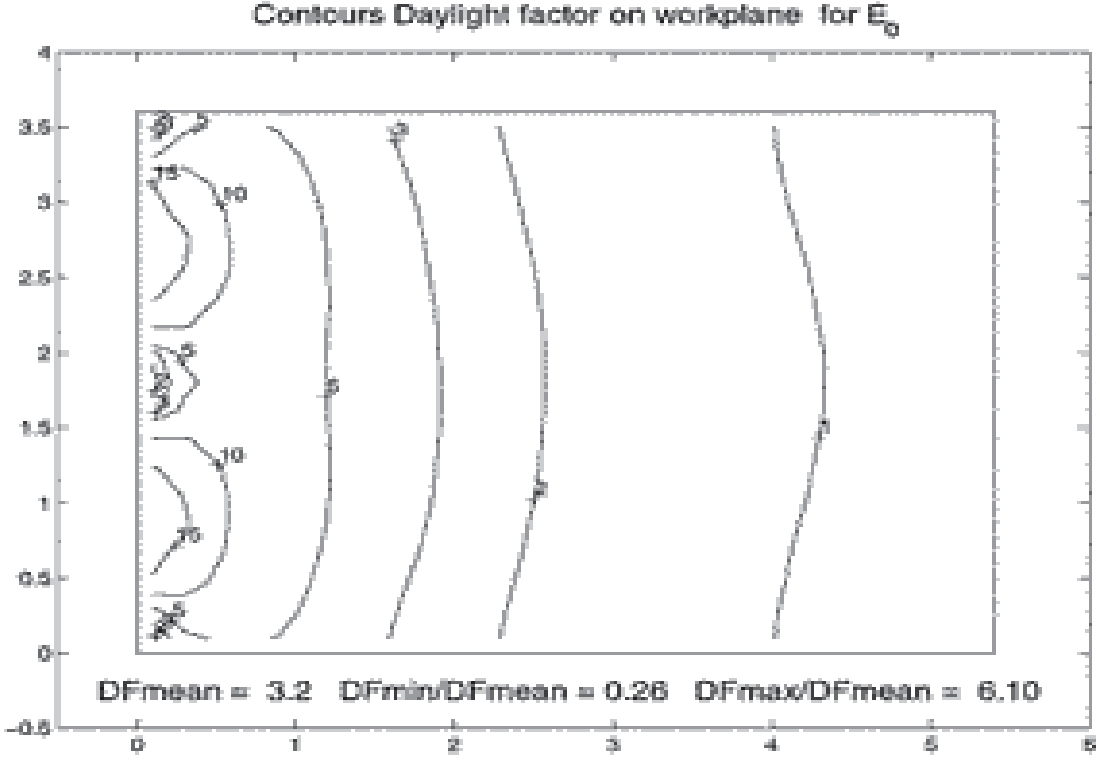


Daylight factor for C_3 on workplane

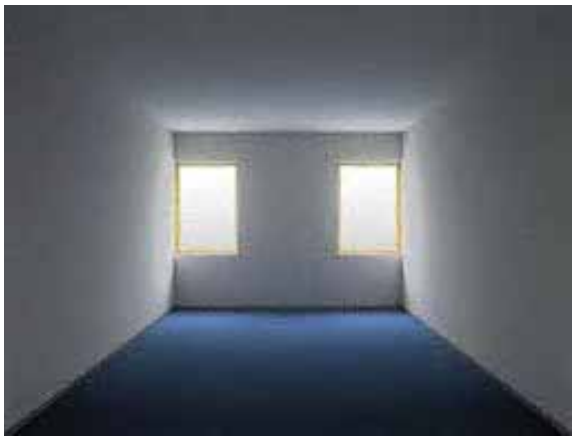
TUE
cd/m*2


Contours Daylight factor on workplane for D2
DFmean = 2.5 DFmin/DFmean = 0.33 DFmax/DFmean = 9.27

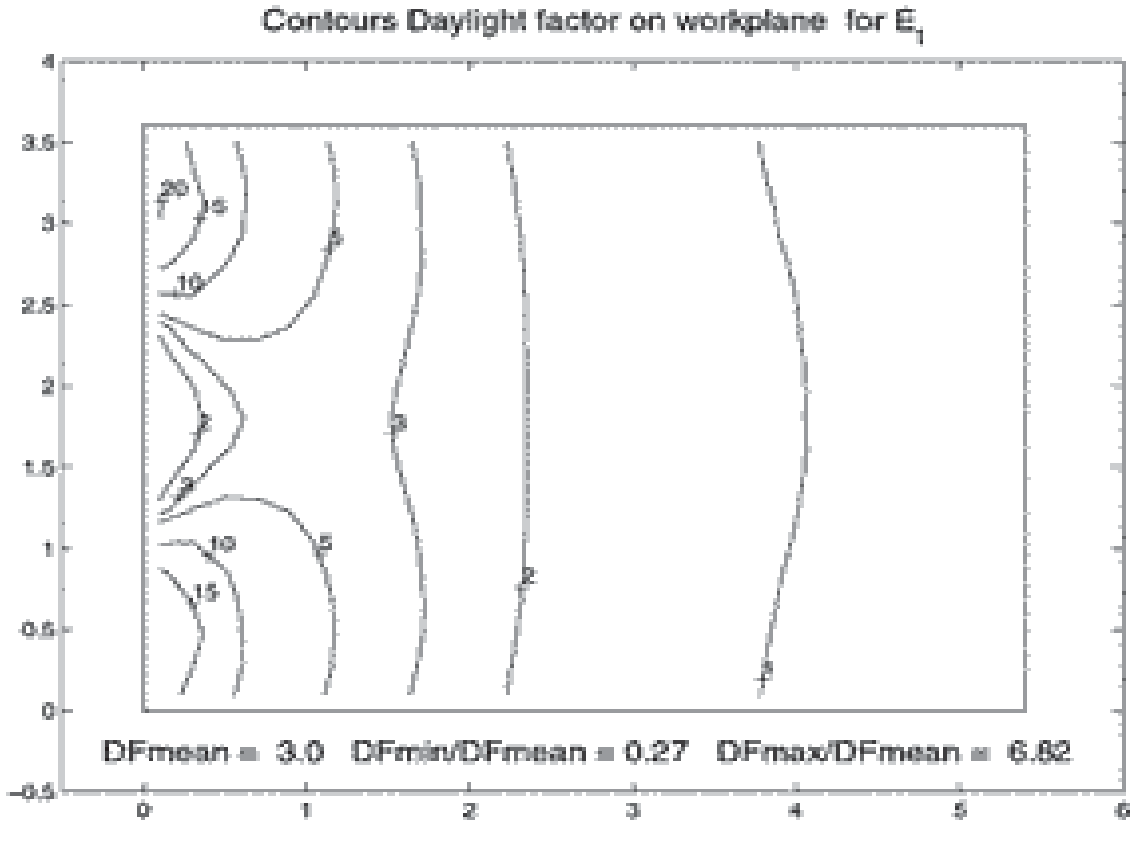
TUE
cd/m•2
130
97
73

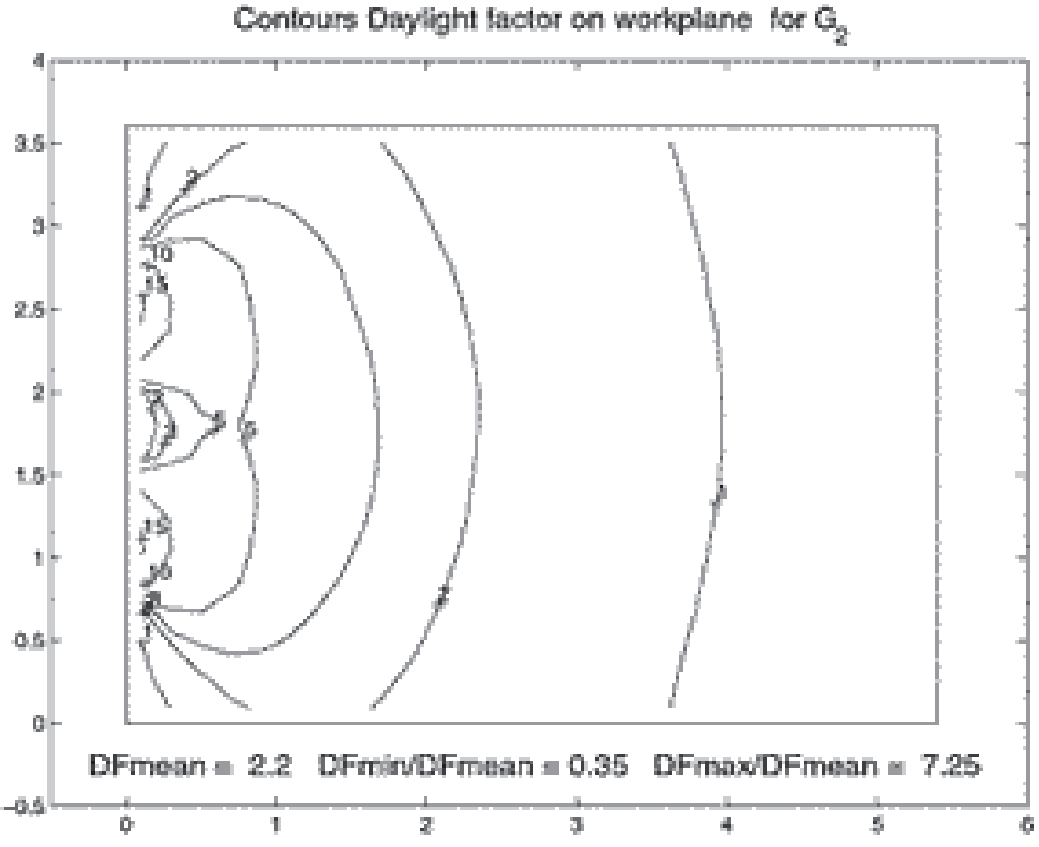

Contours Daylight factor on workplane for E_0
DFmean = 3.2 DFmin/DFmean = 0.26 DFmax/DFmean = 6.10

Daylight factor for E_0 on workplane

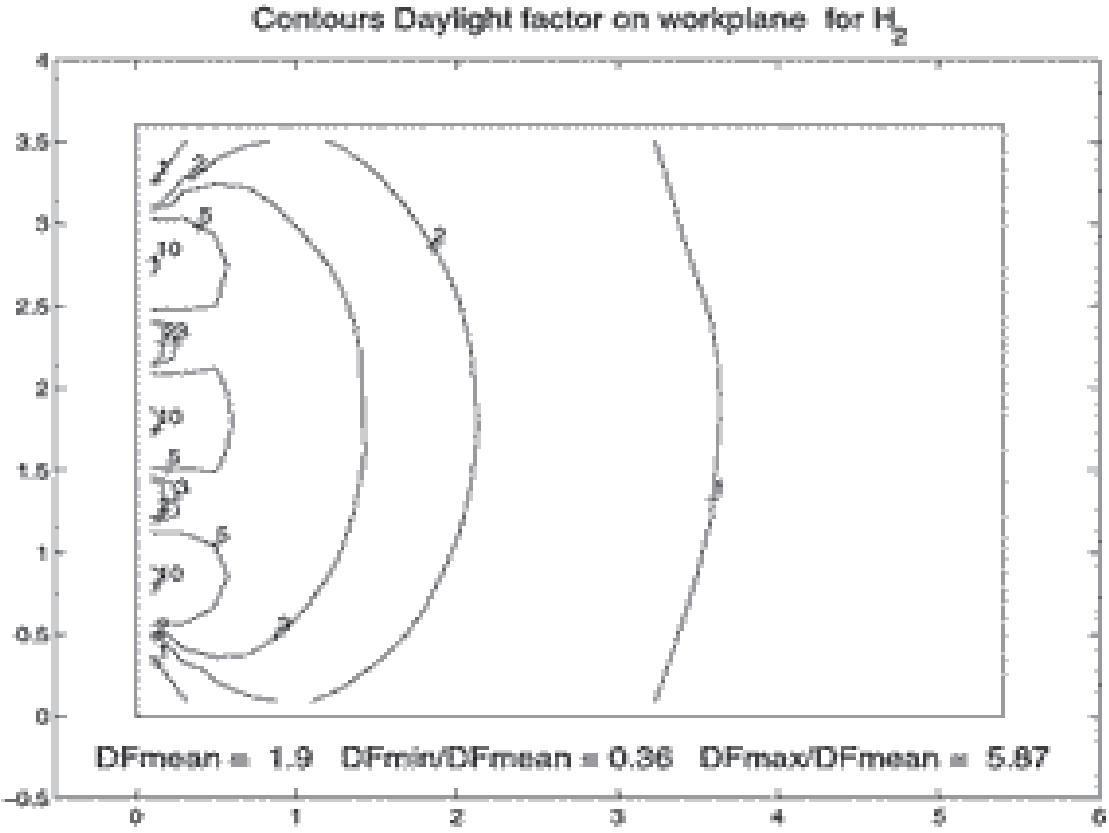


TUE
cd/m*2
130

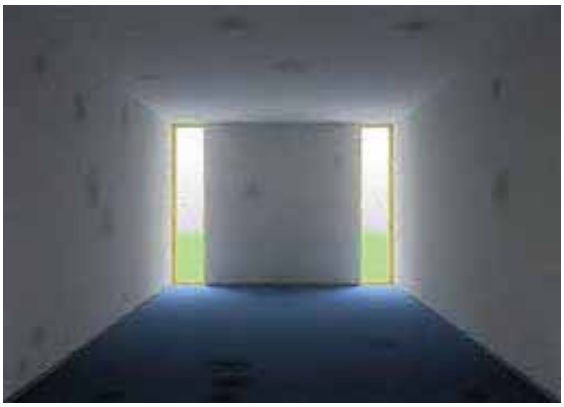

Contours Daylight factor on workplane for E1
20
15
10
5
2
DFmean = 3.0 DFmin/DFmean = 0.27 DFmax/DFmean = 6.82
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
0
1
2
3
4
5
6

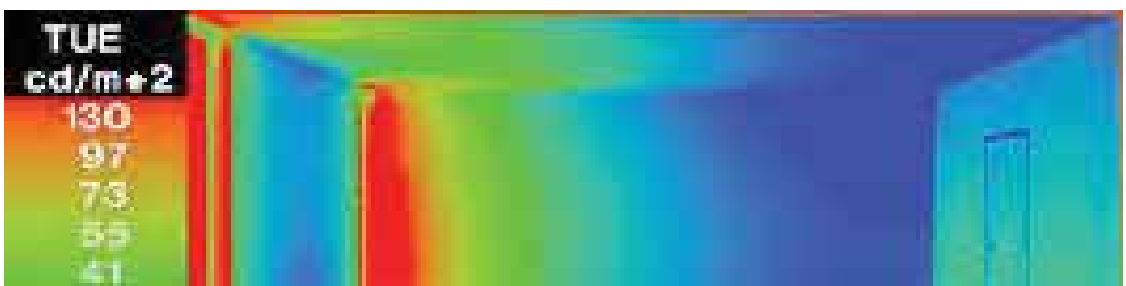

Contours Daylight factor on workplane for G_2
DFmean = 2.2 DFmin/DFmean = 0.35 DFmax/DFmean = 7.25
Daylight factor for G_2 on workplane

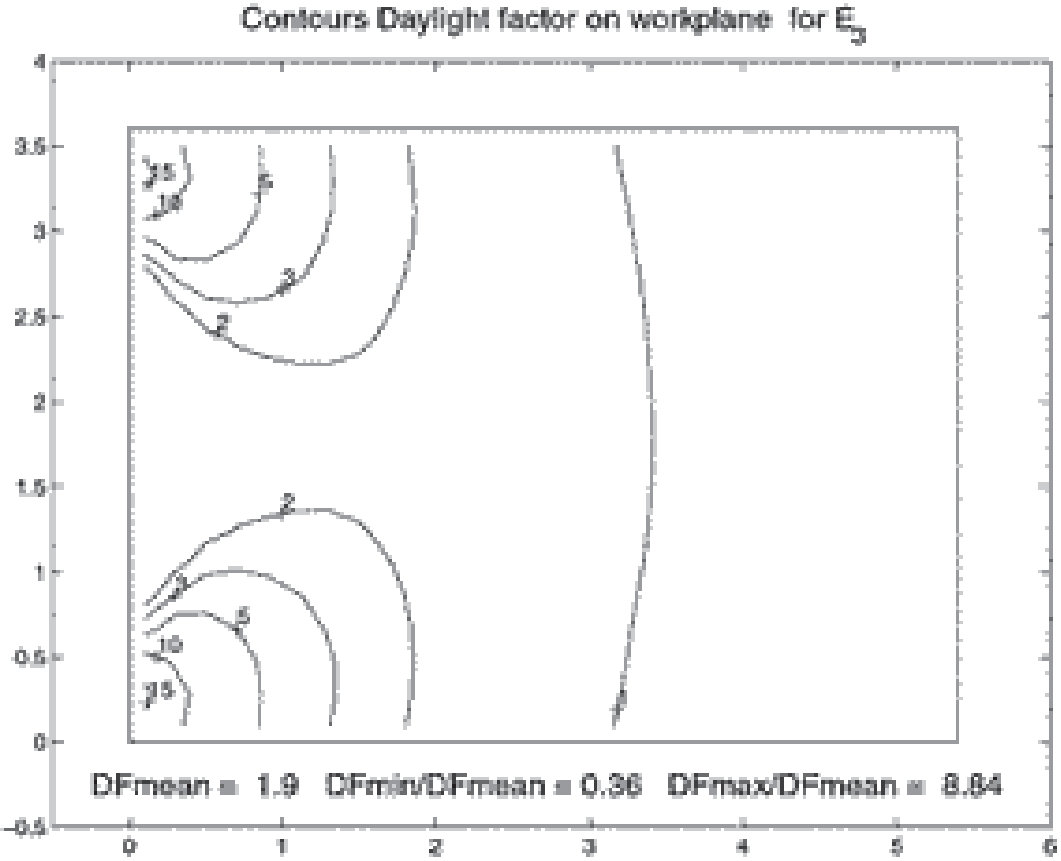
TUE
cd/m*2
130


Contours Daylight factor on workplane for H2
DFmean = 1.9 DFmin/DFmean = 0.36 DFmax/DFmean = 5.87

Daylight factor for H2 on workplane

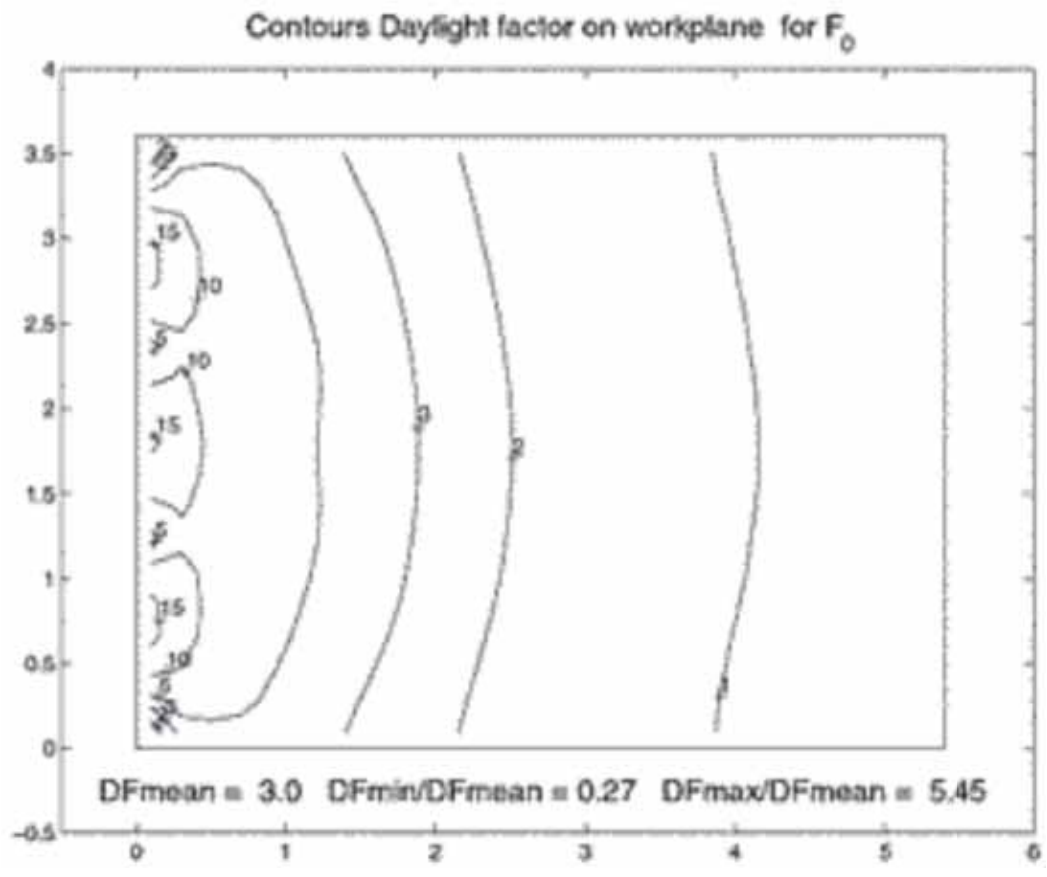



TUE
cd/m+2
130
97
73
55
41

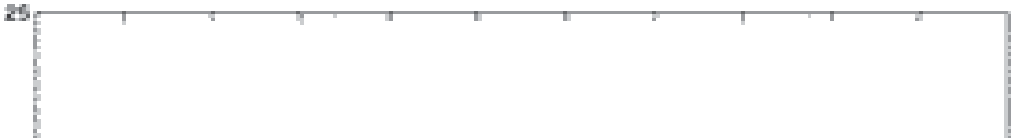

Contours Daylight factor on workplane for E3
DFmean = 1.9 DFmin/DFmean = 0.36 DFmax/DFmean = 8.84

Daylight factor for E3 on workplane

TUE
cd/m*2
130



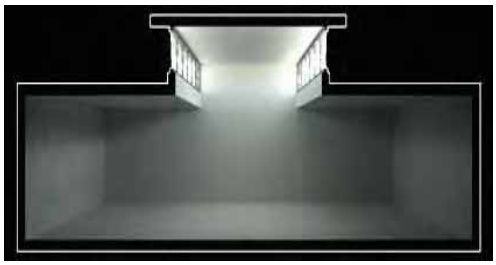
Daylight factor for F_0 on workplane



5-7-2 النتائج :- باختيار احد افضل الحالات التى تم قياسها وبتحليلها بقياس شدة الضوء عن طريق المحاكاة الحرارية للاضاءة،امكن الوصول للمقارنة بسهولة بين اى حالة واخرى مما سهل اختيار قوة الاضاءة المطلوبة لطبيعة العمل،ونسبة التخفيض فى استهلاك الطاقة الكهربائية وكذلك المقارنة بين الشكل والحجم الملائم للنوافذ كما نرى فى النتائج التالية .

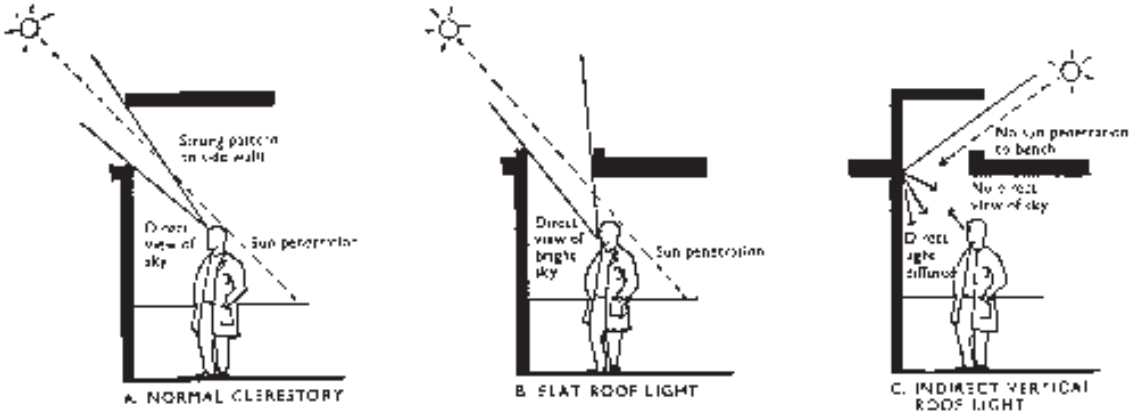
ومن الاقتراحات التى وضعناها للمعمل محل الدراسة على اساس وضعين انشائيين :-

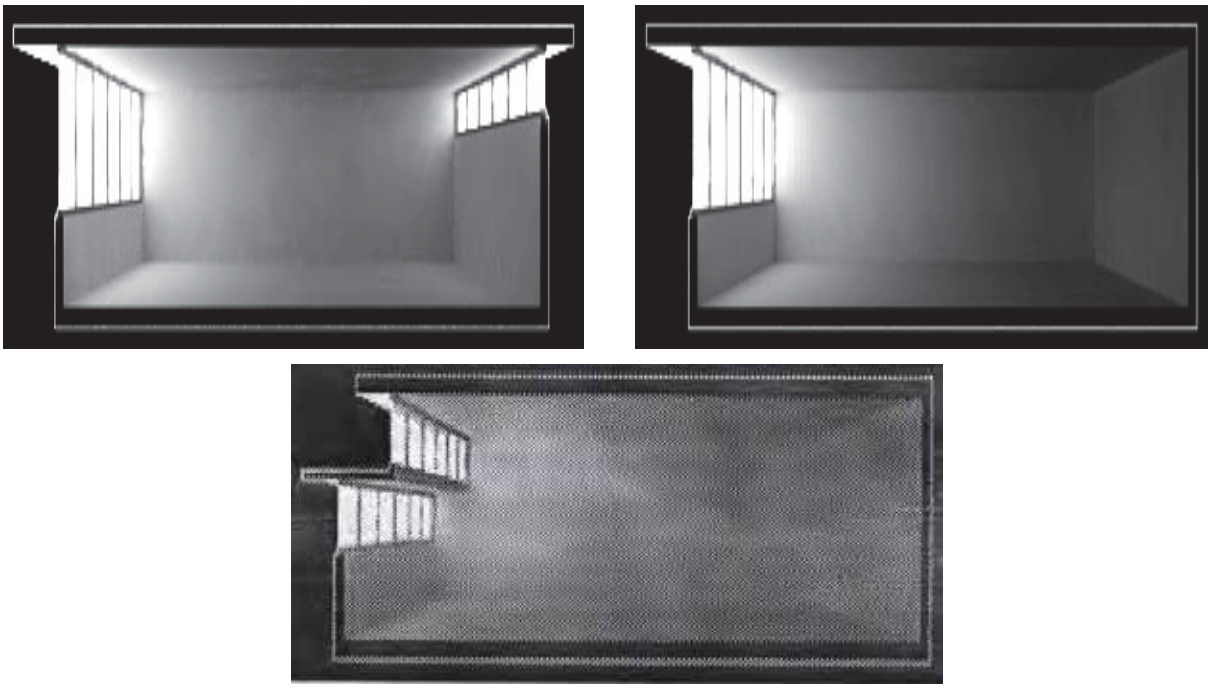
اولا اذا كان المعمل ضمن مبنى مكون من طابق واحد فكان الاقتراح بتغيير فتحات الاضاءة الطبيعية كما يلى شكل (107)



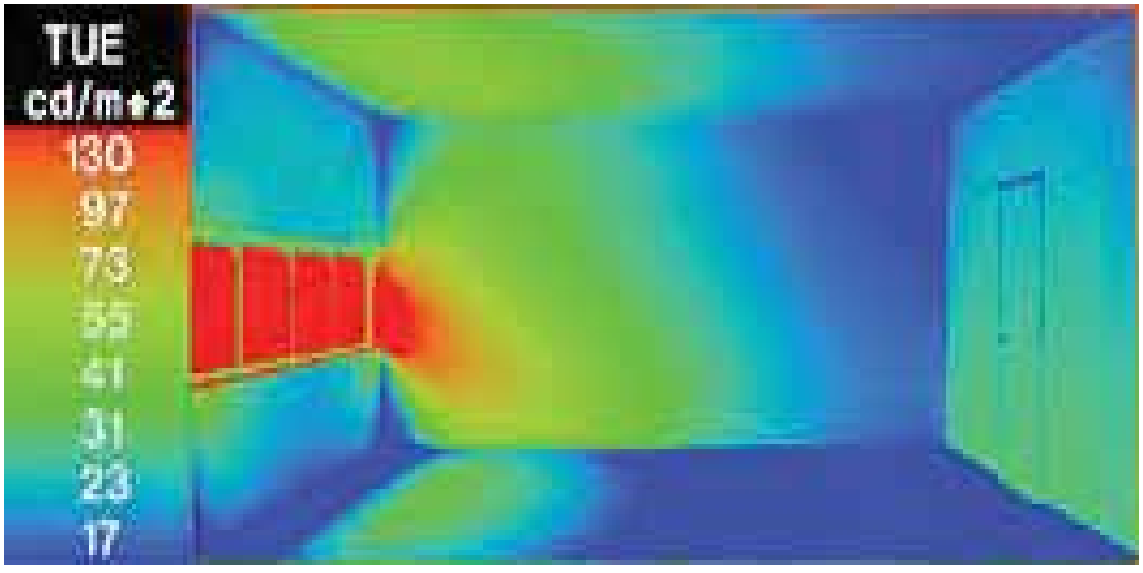
اما اذا كان المعمل المقترح ضمن مبنى مكون من عدة طوابق شكل (108)

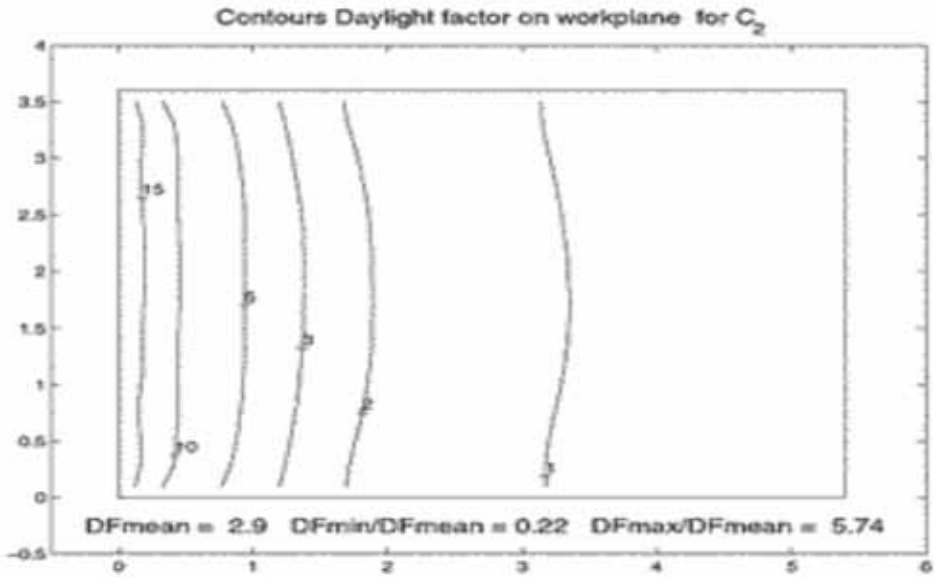
اما الاقتراحات التى تم تطبيقها على نموذج الدراسة فهو معمل فى الدورالارضى فتم اقتراح فتحات الاضاءة بهذا الشكل (109)

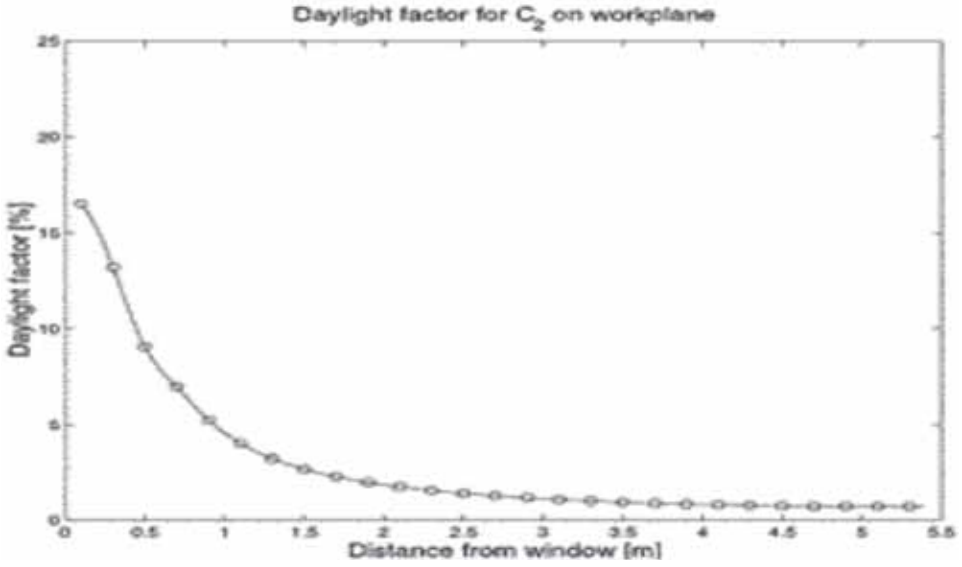




شكل (109) يوضح الاقتراح الذى تم تطبيقه على نموذج الدراسة


TUE
cd/m+2
130
97
73
55
41
31
23
17

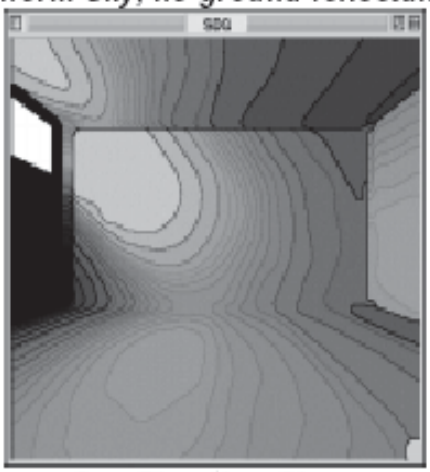

Contours Daylight factor on workplane for C2
15
10
5
3
2
1
DFmean = 2.9 DFmin/DFmean = 0.22 DFmax/DFmean = 5.74


Daylight factor for C2 on workplane
Daylight factor [%]
Distance from window [m]

Lambertian Diffuser,
Uniform Sky, no ground reflectance

Lambertian Diffuser,
Uniform Sky, no ground reflectance

Sun Directing Glass,
Uniform Sky, no ground reflectance



Sun Directing Glass,
Uniform Sky, no ground reflectance

شكل (110) يوضح رؤيه جانبية وامامية لنموذج المحاكاه لفتحة الاضاءة توضح تدرج كنتورى لمستوى الاضاءة بالمعمل

جدول (24) يوضح قياسات الدراسه

معامل الاضاءة لمسطح العمل		القياس الكنتورة لمعامل الاضاءة لمسطح العمل	
معامل الاضاءة (U) %	1.25	معدل معامل الاضاءة (DF)	2.9
		الحد الادنى لمعامل الاضاءة	0.19
		الحد الاقصى لمعامل الاضاءة	7.01
مسافة الاضاءة من النافذة (متر)	6.10	نتيجة الحالة (DF)	6.02

البيانات التى تم على اساسها التحليل :-

الحالة الاولى :

الابعاد الهندسية

طول 5 متر

عرض 6.10 متر

ارتفاع 3 متر

التفاصيل الفنية

لون الحوائط سيراميك (بيج)

الارضية بلاطات سورناجا (خشنه)

السقف دهان بلاستيك ابيض (غير لامع)

النافذة

الابعاد 6.60 متر مربع

نوع الاطار الومنيوم

نوع الزجاج زجاج فردى ابيض شفاف

النتائج

1- معامل الاضاءة الطبيعية L_1 لمسطح العمل e

معامل الاضاءة (U) % 1.25

مسافة الاضاءة من النافذة (6.10 متر)

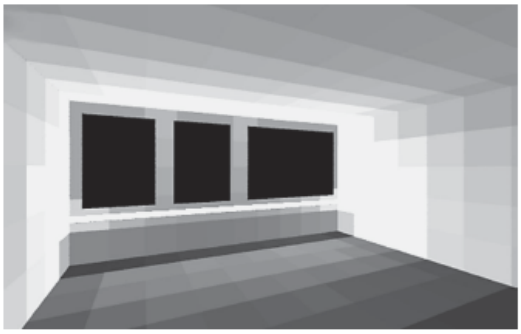
2- القياس الكنتورى لمعامل الاضاءة لمسطح العمل L_1

عامل الاضاءة الطبيعية 2.9 DF mean

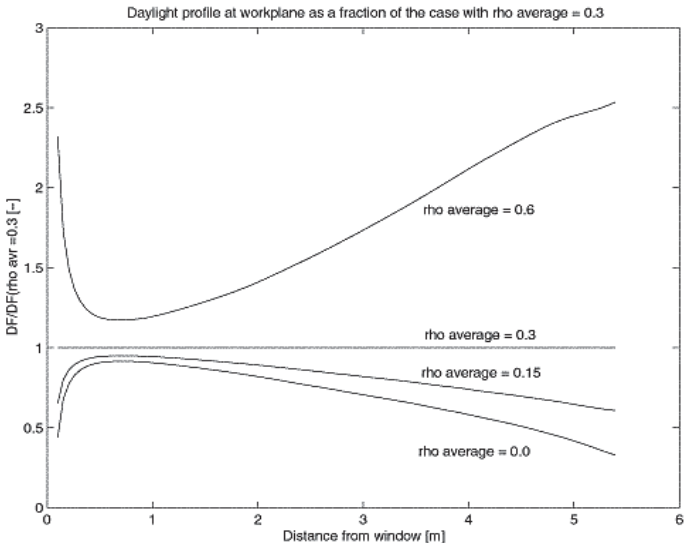
0.19 DF min / men

7.01 DF max / mean

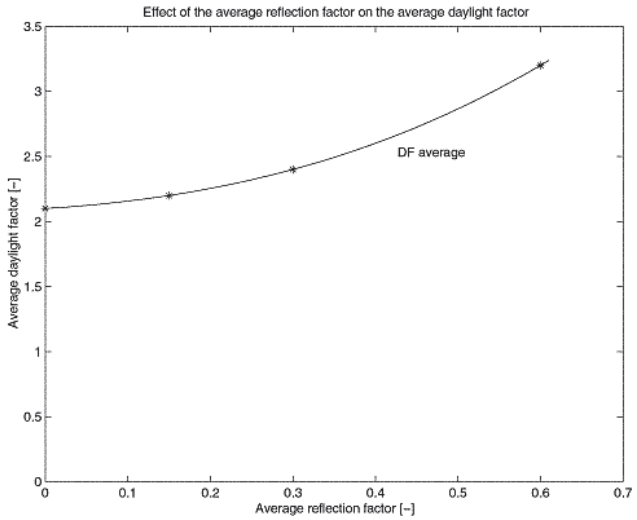
3- التحليل الحرارى للضوء يوضح شدة الضوء (بالاكس) حسب درجة اللون



شكل (111) يوضح القياس الكنتورى لتأثير معدل عامل الانعكاس على معدل عامل الاضاءة الطبيعية



شكل (112) يوضح صورة جانبية للاضاءة الطبيعية بالنسبة لسطح العمل كجزء من الحاله, توضح زيادة معدل معامل الاضاءة الطبيعية كلما زاد قرب المسافة من النافذة فوق مسطح العمل



ونلاحظ ان معامل الاضاءة الطبيعية DF يزيد بزيادة معامل انعكاس الضوء

لحساب قيمة معامل انعكاس الضوء

DF av = (0.2) window area / floor area
DF min = (0.1) window area / floor area

معامل الاضاءة الطبيعية معدل = (0.2) × مساحة النافذة / مساحة الارضية

معامل الاضاءة الطبيعية رئيسى= (0.1) × مساحة النافذة / مساحة الارضية

شكل (113) يوضح تأثيرات التشطيبات الداخلية فى توزيع الضوء الطبيعى (معامل الاضاءة الطبيعية DF)

معامـل انعكـاس السـقف = 0.4 الحـوائط = 0.35 الارضيات = 0.1

معامل الاضاءة الطبيعية DF =2.4

معامل انعكاس السقف = 0.8 الحوائط = 0.7 الارضيات = 0.2

معامـل الاضـاءة الطبيعيـة DF =3.2

معامـل انعكـاس السـقف=0.0 الحـوائط=0.0 الارضيات=0.0

معامل للاضاءة الطبيعية DF =2.1

معامل انعكاس السقف=0.2 الحوائط=0.175 الاارضيات=0.05

معامـــــل الاضـــــاءة الطبيعيـــــة=2.2

معامـل انعكـاس السـقف=0.4 الحـائط=0.7
الارضيات=0.2

معامـل انعكـاس السـقف=0.8 الحـائط=0.7
الارضيات=0.2

معامـل انعكـاس السـقف=0.0 الحـوائط=0.7
الارضيات=0.2

معامـل انعكـاس السـقف= 0.2 الحـوائط=0.7
الارضيات=0.2

معامـل انعكـاس السـقف=0.8 الحـوائط=0.7
الارضيات=0.2

معامـل انعكـاس السـقف=0.8 الحـوائط=0.7
الارضيات=0.4

معامـل انعكـاس السـقف=0.8 الحـوائط=0.7
الارضيات=0.0

معامـل انعكـاس السـقف=0.8 الحـوائط=0.7
الارضيات=0.1

معامـل انعكـاس السـقف=0.8 الحـوائط=0.35
الارضيات=0.2

معامـل انعكـاس السـقف=0.8 الحـوائط=0.7
الارضيات=0.2

5-7-2-1 خطوات الدراسه التطبيقية :-

الهدف من البحث تقييم اثر تخفيض استهلاك الطاقة للاضاءة فى مجمل استهلاك الطاقة العام فى المبانى البحثية،التقييم يأتى من ايجاد طرق تكاملية للاوجه المختلفة من تصميم بيئى لاضاءة طبيعية.

الدراسة المقدمة تستند على نتائج المحاكاه، للاتجاهات المختلفة التى تم اقتراحها ومعاملات انعكاس للحوائط الداخلية،هذه المحاكاه انجزت بالتقارن بين ادوات محاكاه الاضاءة الطبيعية (ADELINE) وبرامج محاكاة الديناميكا الحرارية (TRNSYS) .

هذه المحاكاه مخصصة لتحديد دور المحددات الثابتة لاستهلاك الطاقة فى الاضاءة،ومن المعروف من الدراسات السابقة ان الاضاءة الطبيعية يمكن ان تخفض استهلاك الاضاءة الصناعية بحوالى من 50 :80% .

فتخفيض الطاقة العام يكون بتخفيض استهلاك الاضاءة بالاضافة ايضا الى تخفيض حمل الاضاءة الداخلية الذى ربما يزيد 40% باستخدام انواع زجاج المستخدمة عادة فى المبانى البحثية

- مرحلة المحاكاة بالحاسب الالى تستعمل لمحاكاة الاضاءة الطبيعية فى الفراغ المطلوب،ودقة محاكاة مستويات ضوء الشمس الداخلية مقيمة ومستندة على المقارنات المتوقعة بين شدة الاستضاءة فى الموقع المدروس والمتوقعة داخليا ويتم مقارنته ايضا لتقييم التنبؤ بمدخرات طاقة الاضاءة .

- بدأنا برسم الابعاد الهندسية والخصائص التصميمية للفراغ محل الدراسة (معمل النظائر المشعة) فى شاشة البرنامج SGE الخاصة بالرسم الهندسى،وتم تحديد خصائص المبنى من حوائط ونوافذ وادوات تظليل وادوات التحكم فى الاضاءة .

- ثم تم حساب التغيير فى استهلاك الطاقة (اضاءة –تدفئة – تبريد) مع التغيرات فى نسبة حجم النافذة ،عند ذلك باستطاعتنا ان نقرر التصميم الامثل للنافذة،وتعديل تصميم المبنى وفقا لذلك.

- لرؤية تأثير التعديلات التى تهدف لتقليل الوهج او السطوع غير المرغوب نجرى مقياس زمنى بوضع نقطة وهمية على نقطة مرجع واحده،ونقطة حقيقية فى المكان،ونغير قيمة توجيه الاشغال (مكان او اتجاه العمل) لكى نحدد مستوى الوهج من اتجاهات مختلفة فى الغرفة،مع تغيير ارتفاع سطح العمل (جلسة بارتفاع 80, - 95, سم)* الى افضل ارتفاع للغرفة .

تعتمد النتائج على حد ثابت (وحدة قياس) كل ساعة وكل شهر الذى يمكن ان يكون معدلا ولرؤية

---

*ملاحظة ان الاضاءة المكانية محسوبة فى هذا الارتفاع فى الفضاء كل ساعة لكل شهر .

تأثير الاضاءة الطبيعية على الاضاءة الكهربائية تستخدم الوظائف الاربعة التالية :-

الحيز المكانى للاضاءة الطبيعية .

الحيز الزمنى للاضاءة الطبيعية .

الحيز المكانى للاضاءة الكهربائية .

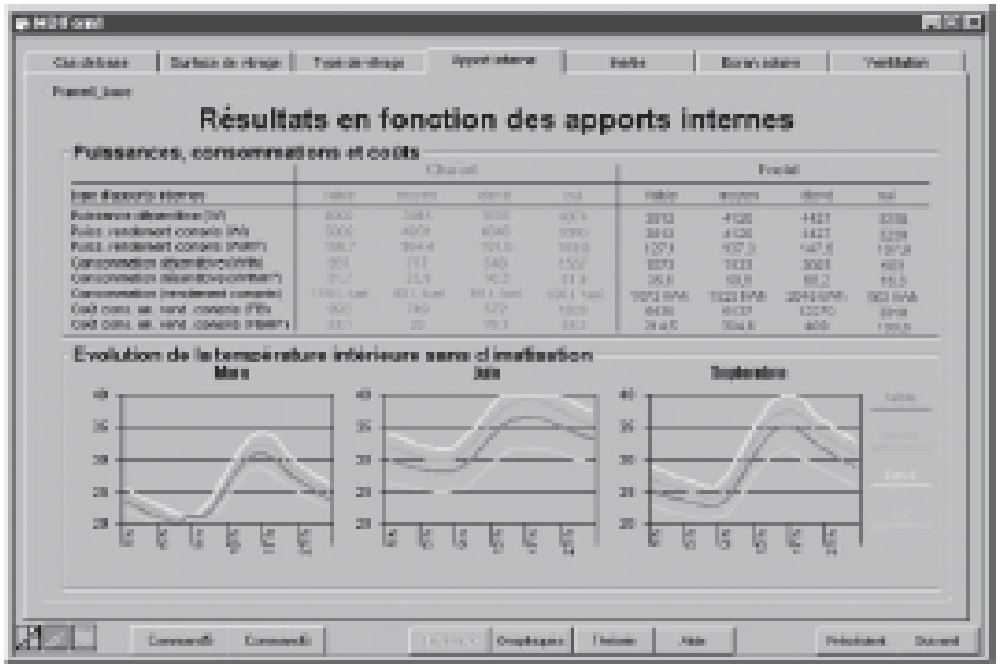
الحيز الزمنى للاضاءة الكهربائية .

كما ان لرؤية تأثر عمل الضوء الطبيعى على الاضاءة الكهربائية توجه كل مرة الى نقطة المرجع ويمكن لجعله اكثر حساسية نستخدم وحدة تحليل الطاقة DOE-2 لقياس توفير الطاقة للاضاءة الطبيعية والكهربائية شهريا وسنويا،واضاءة نقطة المرجع لكل قياس لمدخرات الطاقة يتم اختيارها خلال فاعلية الرؤيا.

- بعد مراجعة النتائج يتم تغيير افتراضات انواع الزجاج للنافذة وانواع الاطر التى تم افتراضها ونوع الاضاءة (طبيعية كانت ام صناعية) وموقع التحكم فى الاضاءة،وتقييم تأثيرهم على قوة الاضاءة الطبيعية،وتعاد التجربة مع وسائل اظلال مختلفة للمبنى ،ويمتد التحليل الى الغرف الاخرى او المبنى بالكامل خصوصا اذا كان هناك اختلافات هامة بين الغرف .

- المرحلة الاولى من الدراسة العملية

هدف الدراسة : مقارنة النتائج والمواصفات الهندسية العالمية لمستويات الإضاءة وطاقة الإضاءة المرشدة وتجميع البيانات في نموذج حقيقي لمعمل ابحاث عن طريق نظام متكامل هدفه وضع صلة



بـين ادوات تصـميم المبنـى المتكامـل ثـم اختيـار أدوات تصـميم الإضـاءة الطبيعيـة وأدوات المحاكـاة الحرارية thermal simulation tools لتحسين التصميم .

- الهدف الاول لهذه الدراسة اثبات ان طرق الادارة الجيدة لتوزيع الاضاءة فى الفراغ الداخلى كوظيفة للاضاءة الطبيعية يؤثر على الاستهلاك العام للمبنى البحثى طبقا للظروف المناخية للمبنى .

- الهدف الثانى مقارنة تصميمات مختلفة للعديد من الفتحات لحدود الاضاءة والاستهلاك العام للطاقة.

لسنوات عديدة عدد كبير من الدراسات تمت للتعامل مع تخفيض استهلاك الطاقة للمبانى،ومع ذلك التقدم المؤثر تم فى الحاسب الالى الذى قدم فى العام السابق توقعات جديدة فى مجال حفظ الطاقة للاضاءة خاصة فى المبانى البحثية،وتم التوصل ان تخفيض الاضاءة الصناعية يمكن ان تصل حوالى 20: 60% من اجمالى استهلاك الطاقة الكهربائية فى المبانى البحثية*

*"GLOBAL ENERGY SAVINGS IN OFFICES BUILDINGS BY THE USE OF DAYLIGHTING"M.bodart,A.De Herde ,Energy and building 34(2002)421-429

www.elsevier.com/locate/enbuild

كما وجد ان الحد الادنى لاحتمالات تكلفة الطاقة لها علاقة بالمستخدمين،والعديد من الابحاث تأخذ فى الاعتبار اهمية تصميم الاضاءة الطبيعية ليس فقط لتخفيض استهلاك الاضاءة الصناعية لكن ايضا لتخفض الحمل الحراريللاضاءة الداخلية وحمل التبريد، وتحسين مستوى الابصار .

تم مقارنة القياسات وحساب النتائج والحصول على تخفيض 40%(محاكاه) و30% تخفيض من طاقة الاضاءة(بالقياسات)

بتوقع تخفيض استهلاك الاضاءة فوق 30% كما فى الدراسة المماثلة كان التوقع تخفيض حوالى 30% من طاقة الاضاءة **

**A.3.F Rutten,daylighting-controlled Artificial Lighting: a Potential Energy SaverRight Interior light by SkyLumminance Tracking,in:Proceedings of Right ligh 1, Stockholm,1991,pp.47-56 .

وان تخفيض طاقة الاضاءة تأتى من ادارة الاضاءة الصناعية وتم التوصل* الى ان العناصر الاخرى كالاضاءة الصناعية المتوافقة مع الاضاءة الطبيعية تستطيع تخفيض استهلاك طاقة الاضاءة مع الاخذ فى الاعتبار الراحة البصرية واهمية فهم ذلك ليكون مقبول لدى المستخدم .

* R. Embrechts,C. Van Bellegem,Increased Eneregy Savings by Individual light Control, in: Proceedings of Right Light 4 ,Copenhagen,1997,179-182.

اتاحت البرامج الخاصة بالاضاءة تقييم اعتبارات الاضاءة الطبيعية فى استهلاك الاضاءة الصناعية،كبرنامج ANELINE * الذى يحسب ساعات استهلاك الاضاءة الصناعية وفقا لاشكال الغرف ونظام ادارة الاضاءة .

من هذه النتائج يمكن ان يستنتج ليس فقط استهلاك طاقة الغرف او المبنى لكن ايضا قيمة ساعات استخدام الاضاءة الصناعية الداخلية،.

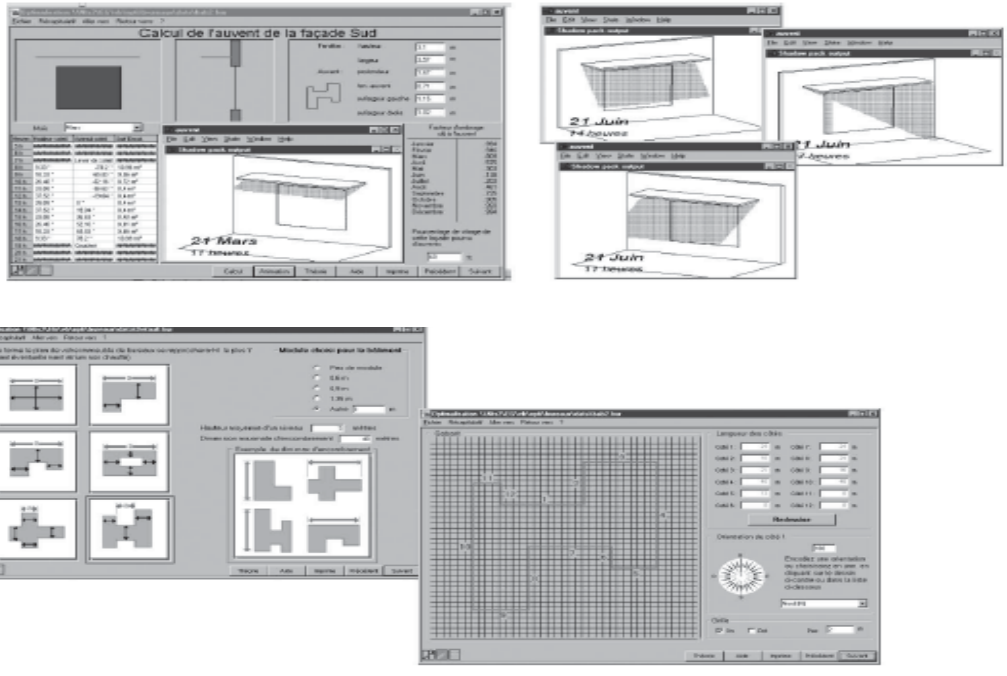
* M. Szerman,Superlink a Computer Tool to Evaluate theImpact of Daylight-controlled Lighting system onto the overall energetic behavior of building, in : Proceedings of Right Light 2 , Amrnhem,1993,673-685 .

كما ان برامج المحاكاه الحرارية TRNSYS يمكن ان تحسب الاستهلاك العام للمعامل او المبنى ككل .

استخدام ادوات التصميم للدراسة الحرارية للمبانى البحثية

توقع حساب الطاقة للمبنى يتطلب تقدير المتطلبات الحرارية وهى غالبا تحتاج كمية معلومات مناخية وفيره،وباستخدام برنامج OPTI لدراسة تأثير اختيار التصميم فى استهلاك الطاقة للمبنى، شكل (114) يوضح حركة الظل اليومية بالساعات الناتجة عن التظليل ومساحة الزجاج، شكل (115) ساعات التظليل حسب مساحة الغرفة ويقترح شكل واتجاه ادوات التظليل حسب الموقع والمبانى المجاوره والبرنامج يوضح مباشرة التأثير المتوقع للعوامل المختلفة ممثل :-

شكل (114) يوضح حركة الظل اليومية بالساعات الناتجة عن التظليل ومساحة الزجاج



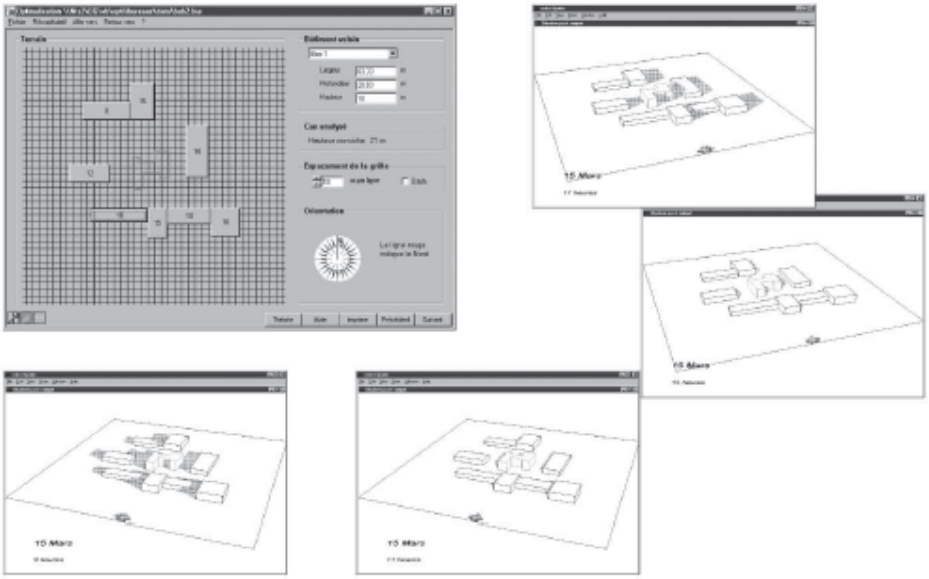
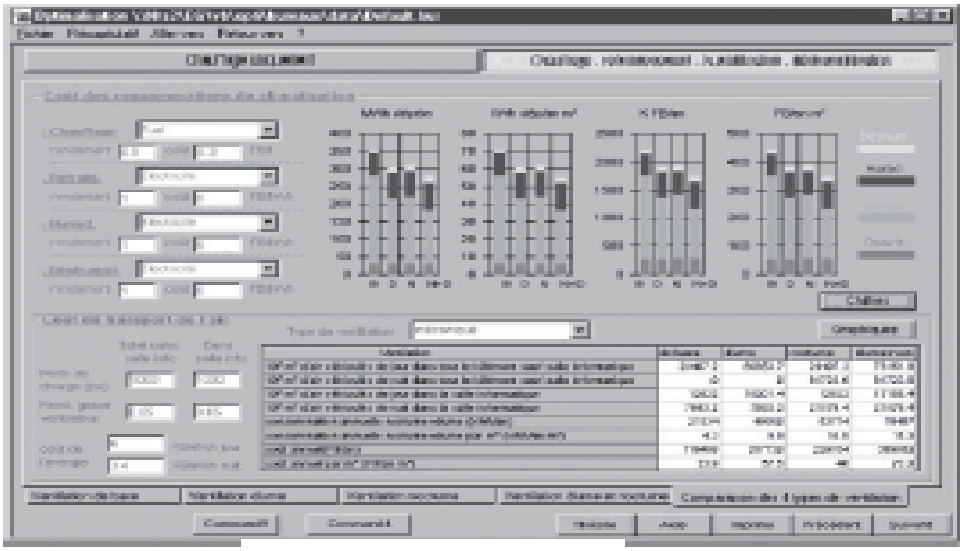


Fig. 8. The shading due to the neighboring buildings.

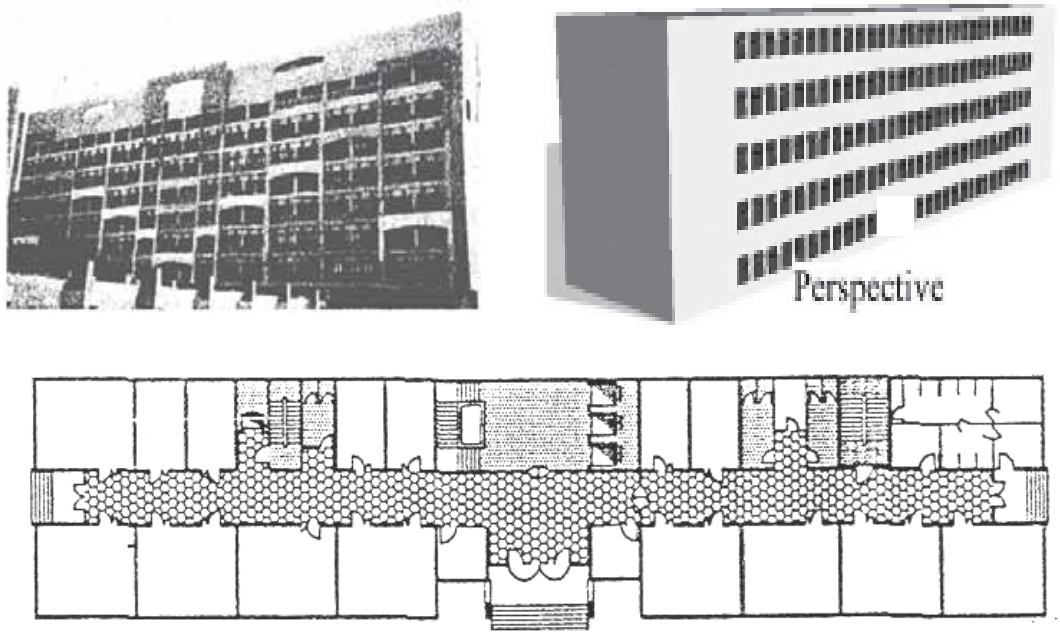


شكل(115) يوضح ساعات التظليل حسب مساحة الغرفة ويقترح شكل واتجاه ادوات التظليل حسب الموقع التظليل – استراجيتية التهوية – الكتلة الحرارية .

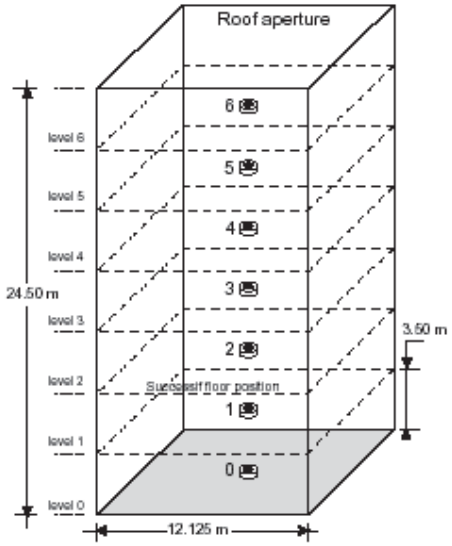
كما يبحث البرنامج بدقة فى السلوك الحرارى للمساحات المختلفةللمعامل الذى له علاقة بالتوجيه والاسطح الارضية ومساحة والمواد المستخدمة فى النافذة من زجاج واطر،كما ان القياسات توضح تأثير العوامل المختلفة للاضاءة الطبيعية .

- مدخلات البرنامج

تم رفع المسقط الافقى للدور الارضى المكون من عدد من المعامل والمكاتب وغرف التكييف ودورات المياه،ووقع الاختيار على احد المعامل الكميائية الاشعاعية الموضح بالمسقط الافقى شكل (116) ليكون موضع الدراسة .



شكل (116) يوضح المسقط الافقى وكروكى منظور خارجى للمبنى موضع الدراسة



مواصفات المعمل

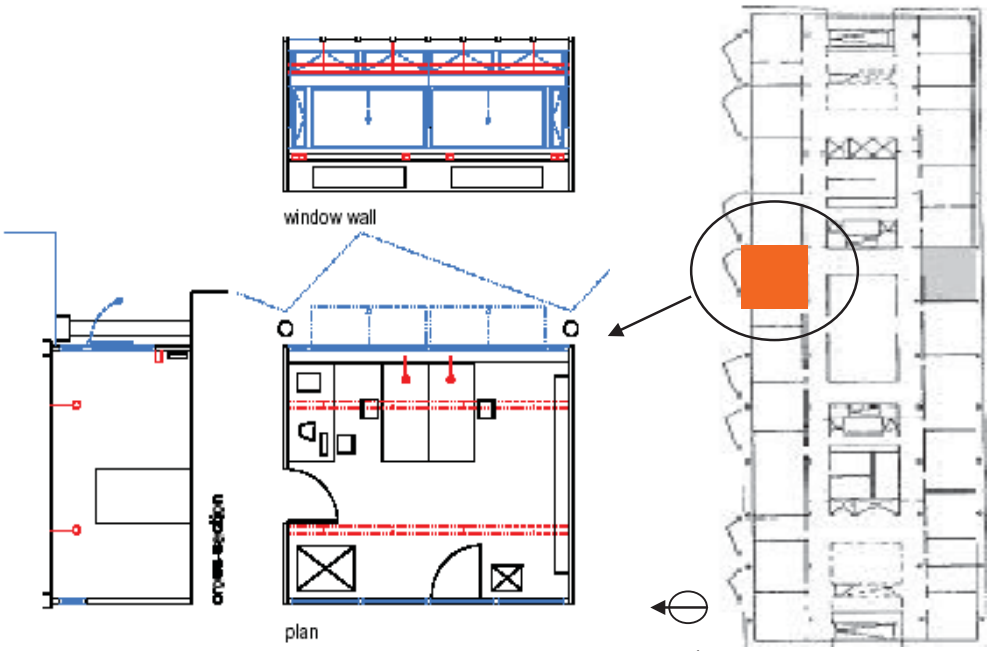
التوجيه : الواجهة الرئيسية باتجاه الشمال

الأبعاد الهندسية : 5.0 متر عرض × 6.10 متر طول × 3.0 متر ارتفاع

مساحة المعمل : 30.70 متر مربع

استراتيجية الإضاءة الطبيعية : ضوء جانبي " من جهة شمال غرب "

الأرضية : بلاطات سورناجا (خشنة)
الحوائط : سيراميك
الأبواب : خشبية
النوافذ : شمالية ذات زجاج فردى
مساحة النافذة 6.60 متر مربع
الإضاءة الكهربائية المستخدمة : مصابيح فلورسنت



شكل(117) يوضح المسقط الأفقي لمركز بحثي متضمنا الحالة الدراسية (معمل) مع توضيح وسائل المعالجات التي تم إضافتها

أدوات تصميم الإضاءة

تم استخدام برنامج " ADELINE " المصمم من قبل معهد لورانس بريكلى لتصميم الإضاءة – كاليفورنيا" الذي يعمل على تصميم الإضاءة الطبيعية بدقة وسهولة من حيث أدوات التحليل واستراتيجيات التصميم لتقييم تكامل الإضاءة الطبيعية مع مفهوم طاقة المبنى العام .

مخرجات البرنامج

- أداء فوتومتريك (بصري) لتقييم محاكاة الإضاءة الطبيعية
- دراسة على تطبيق نموذج الحاسب الآلي للإضاءة الطبيعية يتضمن تنبؤات بعيدة المدى للطاقة للحالة الدراسية .

3-7-5 الاقتراحات المفترضة

الاقتراح الاول

تصمم الواجهات الشمالية والجنوبية لتحقيق الحد الاقصى من اختراق ضوء الشمس فى المعمل بينما يقلل الاكتساب الحرارى الشمسى .

الجهة الشمالية تصمم بنوافذ كبيرة بدون تظليل،اما الجهة الجنوبية تصمم لها نوافذ اصغر بها تظليل افقى وعمودى،يفضل ان تكون جميع النوافذ الجنوبية والشرقية لها مناور ،ونقترح وضع ارفف بالجزء العلوى من النافذة بحيث تكون النوافذ فوق الارفف بزجاج شفاف والنوافذ اسفل الارفف بزجاج ملون (ملون بطلاء مخفض للاكتساب الحرارى الشمسى لدخول شعاع مرئى بحوالى 37% (تم اختيار النسبة 37 % بناء على الدراسة السابقة لانواع الزجاج) .

اما النوافذ الشمالية لها نافذية ضوء حوالى 49% بناء على الدراسة التى تمت وتوضحها شكل (118-2-1)،والارفف المضيئة تمتد داخليا للزجاج وتكون بيضاء لتحقق الحد الاقصى من انعكاس ضوءالشمس على السقف .

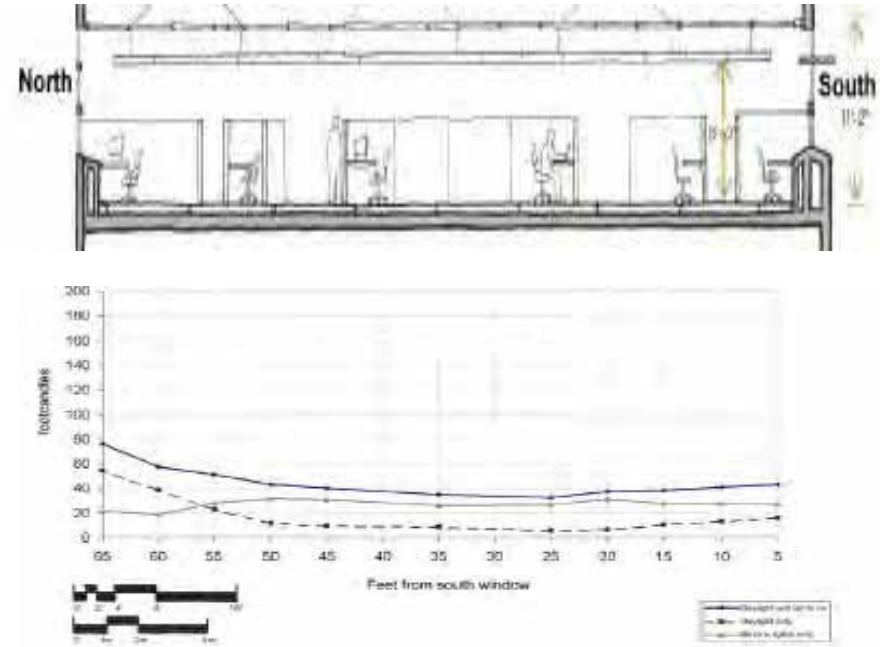
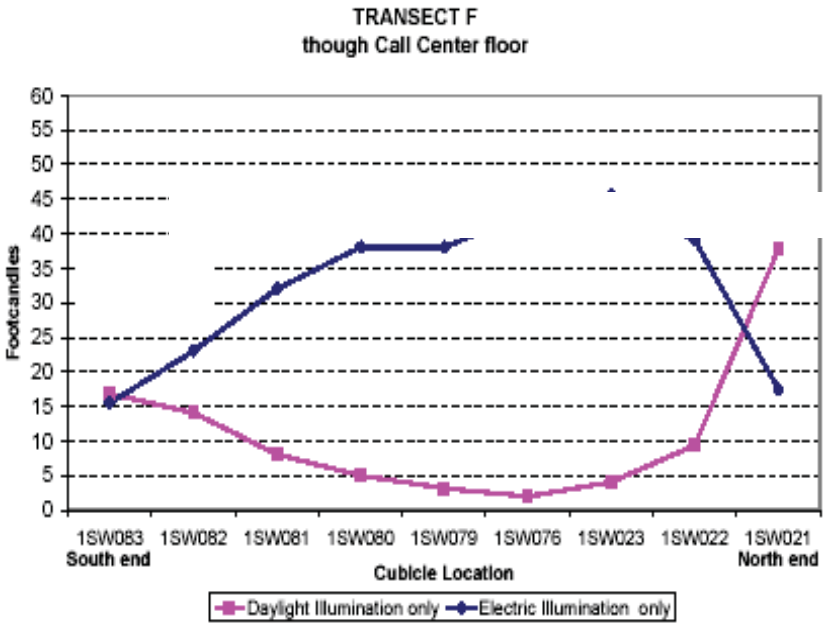
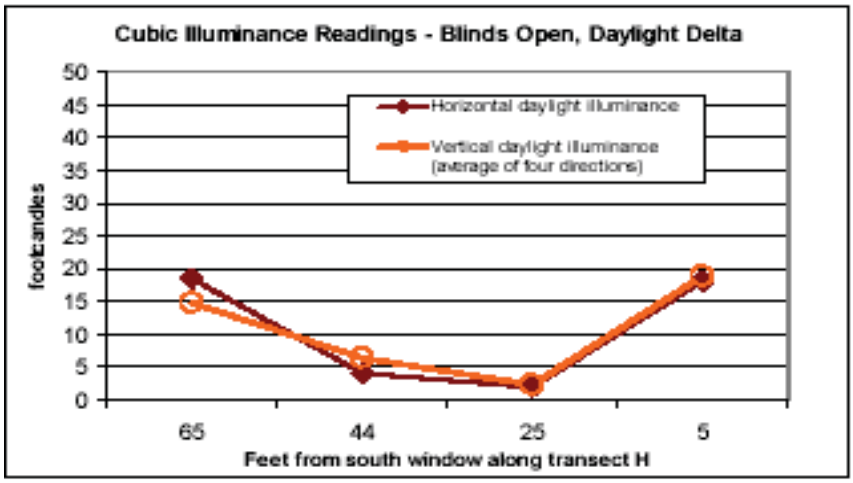


Figure 7: Illumination cross-section, 2nd floor NE wing, CSC building

شكل (118-1) يوضح الارفف المضيئة تمتد داخليا للزجاج لتحقق الحد الاقصى من انعكاس ضوءالشمس على السقف .



شكل (118-2) يوضح مستوى الاضاءة الطبيعية والكهربائية خلال مقطع عرضى



شكل(118-3) يوضح مستوى الاضاءة الطبيعية والكهربائية خلال مقطع افقى ورأسى

جميع النوافذ يضاف لها ستائر عمودية متحركة فهى تمنع الوهج بنسبة 95% بينما تسمح بمجال رؤية جيد، هذه الستائر تستطيع نظريا ان تنظم من قبل المستخدمين الاقرب لمسطح العمل .

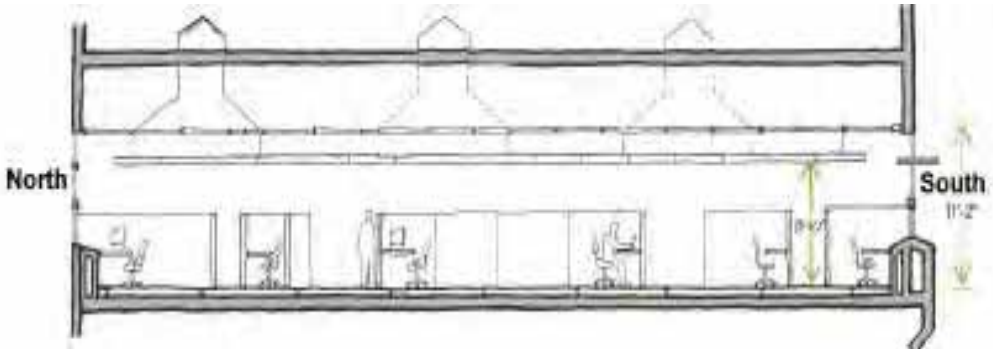
وقد لاحظنا ان حوالى 75% للستائر بطول النوافذ الشمالية يبقى مفتوحة بالكامل وحوالى 80% من الستائر النوافذ الجنوبية التى تكون مغلقة جزئيا او بالكامل ،فوجد ان الستائر المفتوحه بالكامل،مستويات الاضاءة الطبيعية فى الجانب الشمالى تكون اعلى من الجانب الجنوبى .

الاقتراح الثانى

فى الادوار العليا لكل جانب الاضاءة الطبيعية من النوافذ تكون مكملة بنوافذ سقفية كما نرى فى شكل(119) بابعاد 24×20 بوصه (24×20بوصه)

يقترح ان تكون مواد النوافذ السقفية الشفافة ثلاثية الطبقات من مادة اكريليك مع طبقتين منشورية .

كل نافذة سقفية توزع الضوء الطبيعى للعديد من مسطحات العمل اسفلها وهى تكون على هيئة بئر ضوئى مفلطح بعمق اسفل 4 قدم عمودى .



شكل (119) يوضح مقطع عرضى لمساحة انتشار الضوء المتوقع فى النوافذ السقفية فى منتصف النهار فى شهر اكتوبر ليوم صافى،ووجد ان الاضاءة الكهربائية تم تخفضها فى مقابل زيادة مستويات ضوء الشمس حوالى 2 : 35 قدم/شمعه،وزيادة مستوى الضوء الطبيعيى

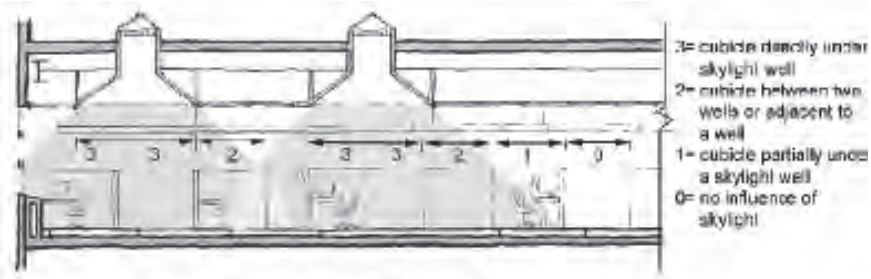
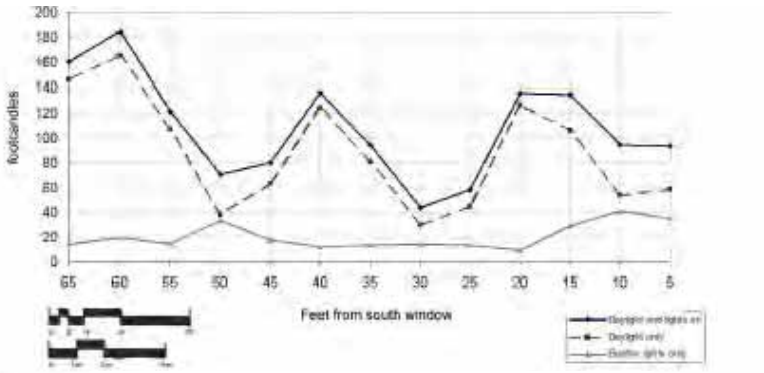


Figure 48: Location of Skylight Zone, shown in section
3= under skylight, 2= one desk away from skylight,
1= two desks away from skylight, 0= no skylight



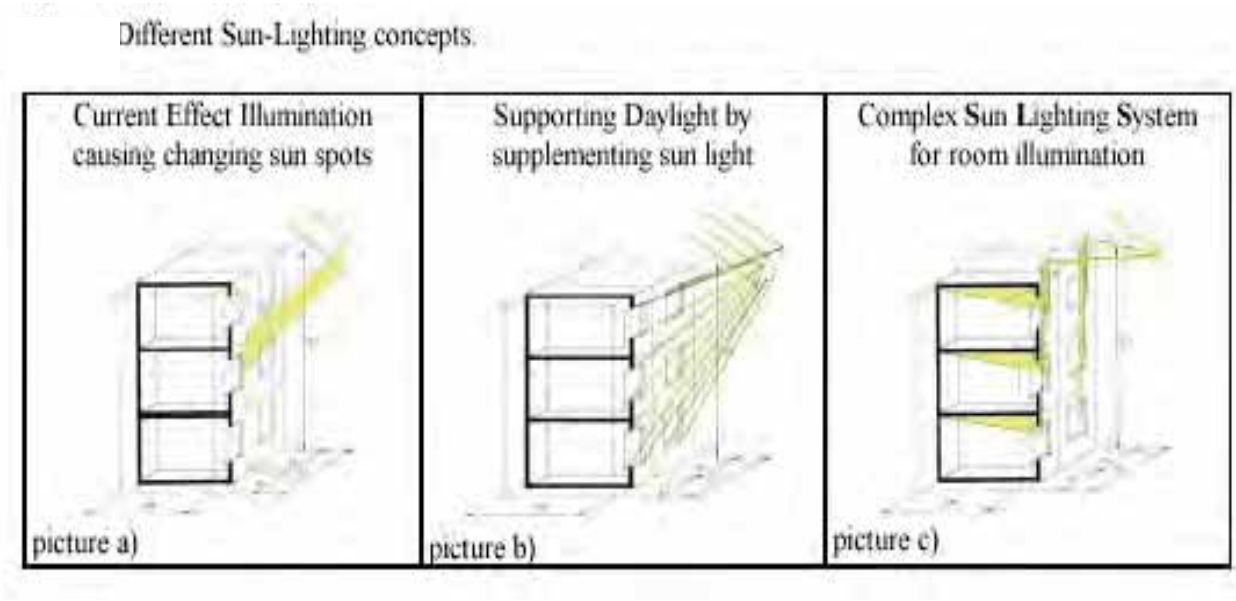
Illumination cross-section, 2nd floor SW wing, CSC building
Skylit floor, daytime illuminance readings

الشكل (120) يوضح (الاضاءة العلويةtoplit) يتفاوت من 40 :110 قدم/شمعه .

الاقتراح الثالث

يصف هذا الاقتراح شكل (121) توظيف احد خصائص انظمة الاضاءة الطبيعية المتقدمة التى يمكن ان نتوافق وطبيعة المبانى البحثية لاعادة توجيه ضوء الشمس لاضاءة المناطق الغير كافية.

- فالشكل الاول اقتراح باضافة نظام عاكس للاضاءة لتدفق تأثير الاضاءة الذى يسبب تغيير موضع الاضاءة .
- الشكل الثانى نقترح اضافة نظام عاكس للاضاءة لتدعيم الاضاءة الطبيعية باكتساب المزيد من ضوء الشمس .
- الشكل الثالث نقترح اضافة نظام عاكس للاضاءة معقد نوعا ما لاضاءة عمق الغرف .



شكل (121) يوضح توظيف احد خصائص انظمة الاضاءة الطبيعية المتقدمة

الهدف : -

- تحسين الاضاءة الطبيعية
- تحسين الراحة البصرية والسيطرة على الوهج وتظليل شمسيا مناسب
- سيطرة حرارية

الاقتراح الرابع

مايأتى يعطى مجموعتان من انظمة الاضاءة الطبيعية مع او بدون تظليل

اولا : نظام الاضاءة الطبيعية مع التظليل

1- استخدام الانظمة التى تعتمد اوليا على النافذة السقفية ،والانظمة التى تستعمل ضوء الشمس المباشر الذى ينعكس مباشرة الى السقف او الى منطقة فوق ارتفاع العين ،وفيها نظام التظليل يصمم للتظليل الشمسى لزيادة الاضاءة الطبيعية وكذلك الحماية من الوهج واعادة توجيه ضوء الشمس الغير مباشر او المشتت .

2- استعمال انظمة التظليل الشمسية التقليدية مثل Pull-down shad التى تزود المكان بالظل المناسب .

اما انظمة التظليل المتقدمة فقد طورت لحماية كل من المنطقة القريبة من النافذة من الاشعة المباشرة ،كما تعكس الاضاءة الطبيعية المباشرة او المشتتة الى داخل الفراغ.

ثانيا : نظام الاضاءة الطبيعية بدون تظليل

هى تصمم لاعادة توجيه ضوء الشمس الى المناطق البعيدة عن النوافذ وفتحات الاضاءة وهى اربعة انواع :

- انظمة التوجيه للاضاءة المشتتة Diffuse light-guiding systeme

لاعادة توجيه ضوء الشمس من المناطق البعيدة الى داخل الغرفة،وهى تستخدم للمبانى الموجودة بالموقع المحاطة بالعوائق الخارجية المرتفعة وهو يعتر مثالى فى المناطق الحضرية الكثيفة . فنجد ان السماء قد يكون المصدر الوحيد للضوء،فانظمة التوجيه الخفيفة تستطيع تحسين الاستفادة من الضوء فى هذه الحالات عن طريق توظيف .

- انظمة التوجيه للاضاءة المباشرة Direct light-guiding

لارسال ضوء الشمس مباشرة الى داخل الغرفة بدون التأثيرات الثانوية للوهج والحرارة الزائدة.

- انظمة نشر الضوء Light-Scattering or Diffusing systems

يستعمل فى الاضاءة الطبيعية او الفتحات السقفية للاستمرار فى توزيع الضوء،واذا استعملت هذه الانظمة فى فتحات النوافذ العمودية سينتج وهج .

انظمة نقل الضوء Light-transport systems

تجمع وتنقل ضوء الشمس على مسافات طويلة الى عمق المبنى عن طريق الالياف الضوئية او الانابيب الضوئية .

5-7-4 نتائج الدراسة :

بتقييم الإضاءة في المعمل موضوع الدراسة وجد أن شدة الاستضاءة من 150:200 لاكس،وحتى تتلاءم مع المعايير العالمية، قامت الباحثة باقتراح بعض المعالجات لتحسين شدة الاستضاءة على سبيل المثال :

اولا بعمل افتراضات لشكل وحجم النافذة كما فى شكل (122)

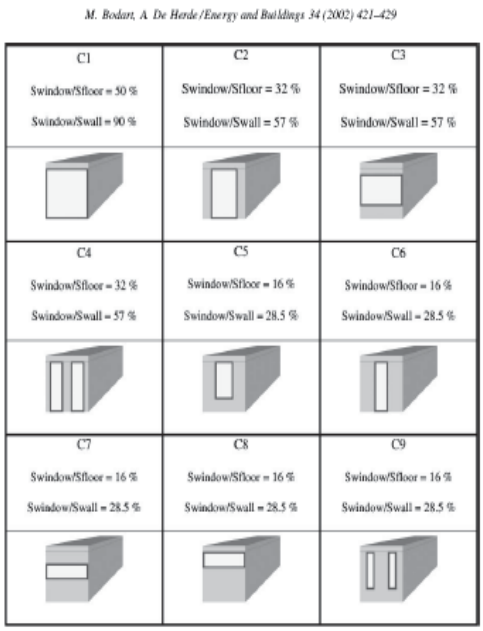
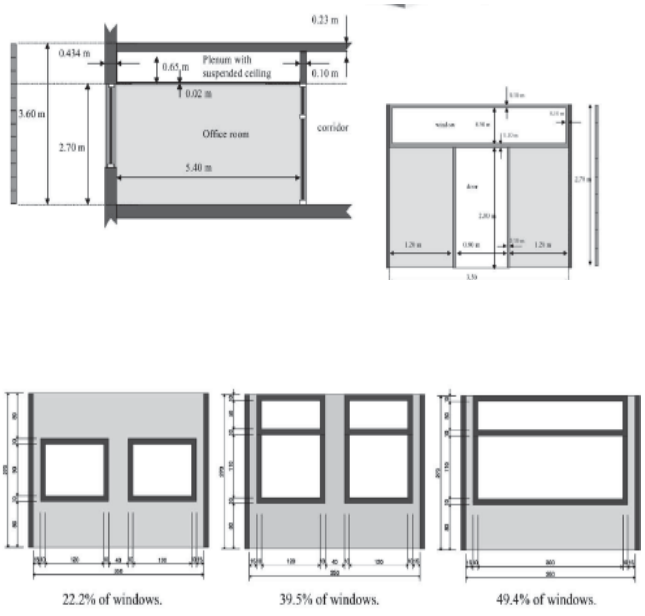


Fig. 1. Proposed window configurations.

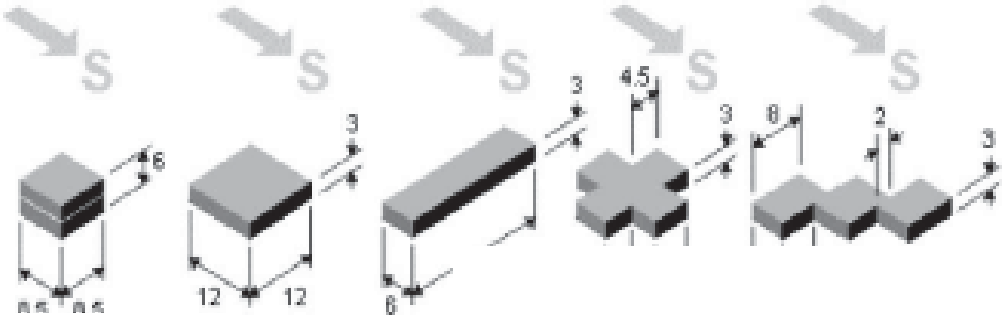


Three facade layout (22.2%, 39.5%, 49.4% of windows) (the false floor is not comprise in the drawing).

Fig. 3. Geometrical data.

شكل (122) يوضح افتراضات البرنامج لشكل وحجم النافذة

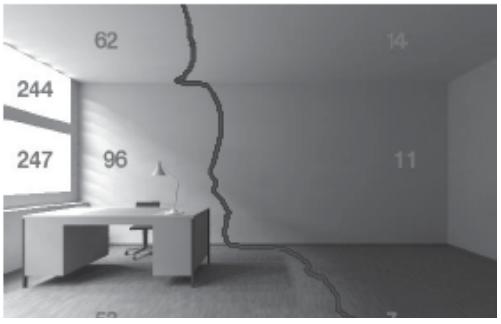
ودراسة افضل توجيه مناسب لحجم وشكل المبنى الذى به يمكن تحقيق اعلى مستوى للاضاءة كما فى شكل (123)



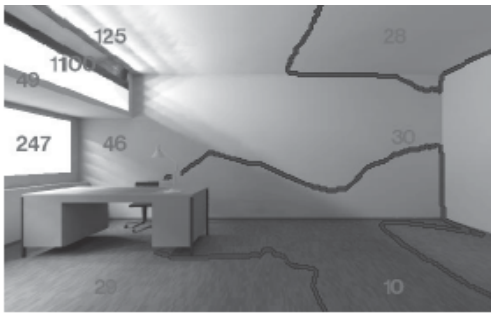
شكل (123) يوضح دراسة افضل توجيه مناسب لحجم وشكل المبنى

- تم إضافة مظلة ثابتة علوية خارجية لتجميع الإضاءة المنعكسة من الخارج .

- إضافة أرفف عاكسة خارجية عبارة عن شرائح مجمعة بشكل منحنى لنفاذية الاضاءة الخارجية،وفى نفس الوقت تعمل كأسطح عاكسة لتوجيه الإضاءة الخارجية إلى عمق الغرفة .



- من القياسات التى تمت افترضنا اختيار نوع من الزجاج ذو عامل نفاذية عالى للضوء (u) ونوع من الاطر مخفض للاكتساب الحرارى (صفحة 140-153-158)



- زيادة مساحة النافذة عن طريق زيادة الارتفاع .

ونرى في شكل(124) زيادة مستوى الإضاءة الناتج عن توظيف المعالجات المعمارية كما موضح بالتحليل الحراري للوضع قبل وبعد الدراسة،وتم إعادة القياسات بالمعمل باستخدام برنامج الحاسب الالى وتقدير كمية الإضاءة كانت الملاحظات كالآتي :

شكل(124) يوضح التحليل الكنتورى لمستوى الإضاءة قبل وبعد تطبيق المعالجات

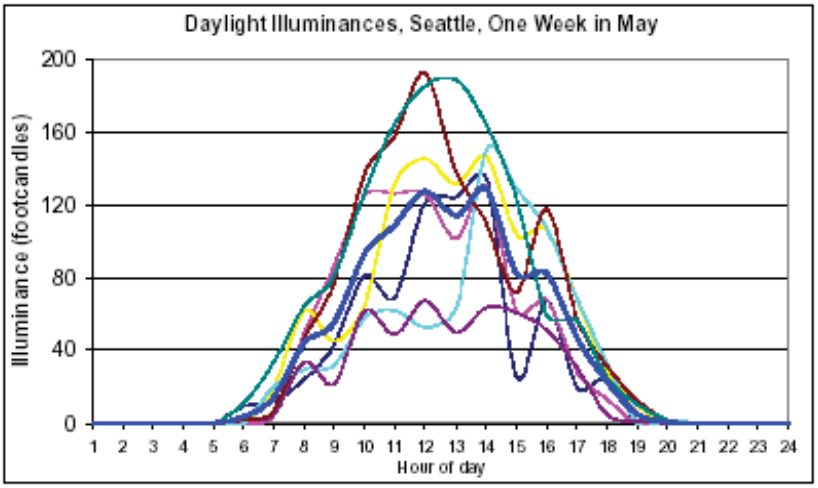
1- ارتفاع مستوى الإضاءة بزيادة قدرها 12% وصولا لمستوى الإضاءة المطلوب طبقا للمواصفات الهندسية.

2- تم تخفيض الاستهلاك السنوي المتوقع للطاقة الموضح بالقياسات شكل (127) يوضح قيمة معدل ترشيد الطاقة السنوي للحالة الدراسية بمقارنة استهلاك الطاقة الفعلي والمتوقع بمقدار حوالي 61 % وهذا يتوافق ومتطلبات البحث وأهدافه .

هذا ولقد تمت الدراسة لكل شهر خلال ساعات النهار على مدى العام،وكانت النتائج كالتالي :

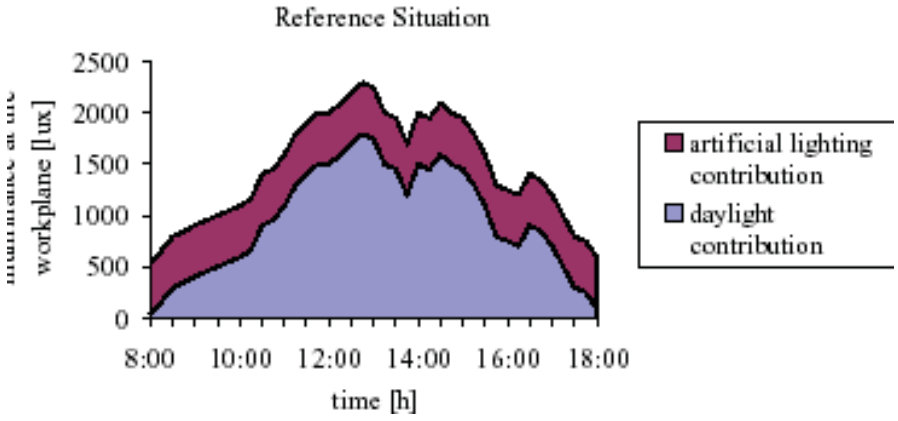
1- زيادة مستوى الإضاءة الطبيعية إلى المعدل المطلوب لمستوى العمل فى المعامل الى حوالى 500:400 لاكس خلال معظم ايام الاسبوع (بزيادة حوالي 180 لاكس إلى مستوى الإضاءة الطبيعية قبل إضافة المعالجات).

3- زيادة فترة الإضاءة الطبيعية خلال اليوم من الساعة الخامسة صباحا إلى الساعة السابعة مساء كما يوضحه شكل (125)*

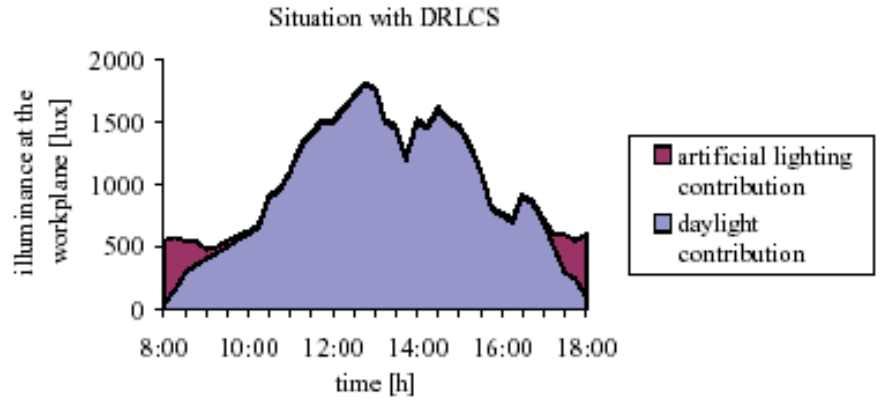


شكل(125) يوضح قيمة شدة الإضاءة التي تم قياسها أسبوعيا على مدى ساعات اليوم

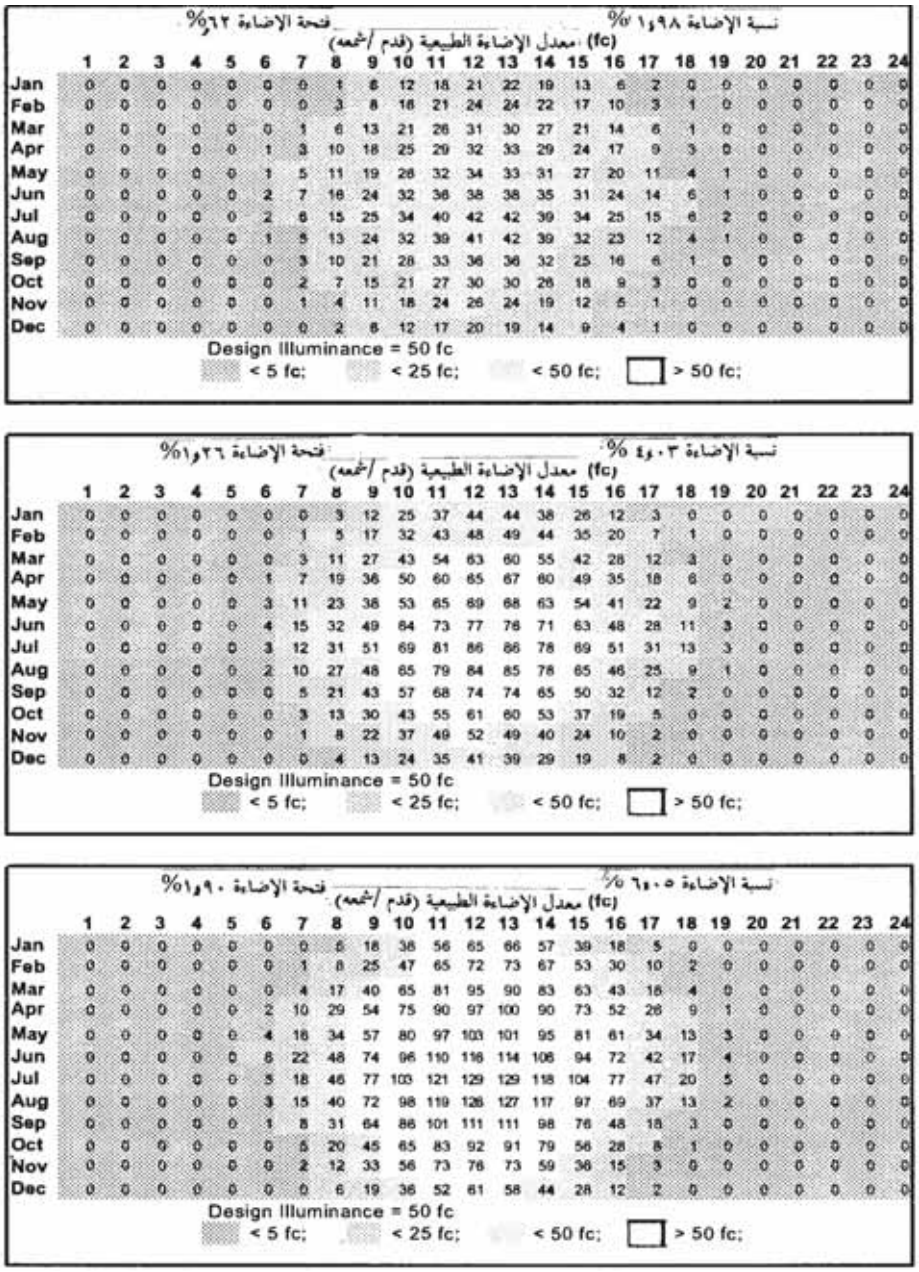
* تمت هذا القياس على مدى سبعة ايام من شهر مايو خلال ساعات النهار .



شكل (125-1) يوضح اجمالى معدل الاضاءة الطبيعية والكهربائية خلال مسطح العمل عند نقطة المرجع

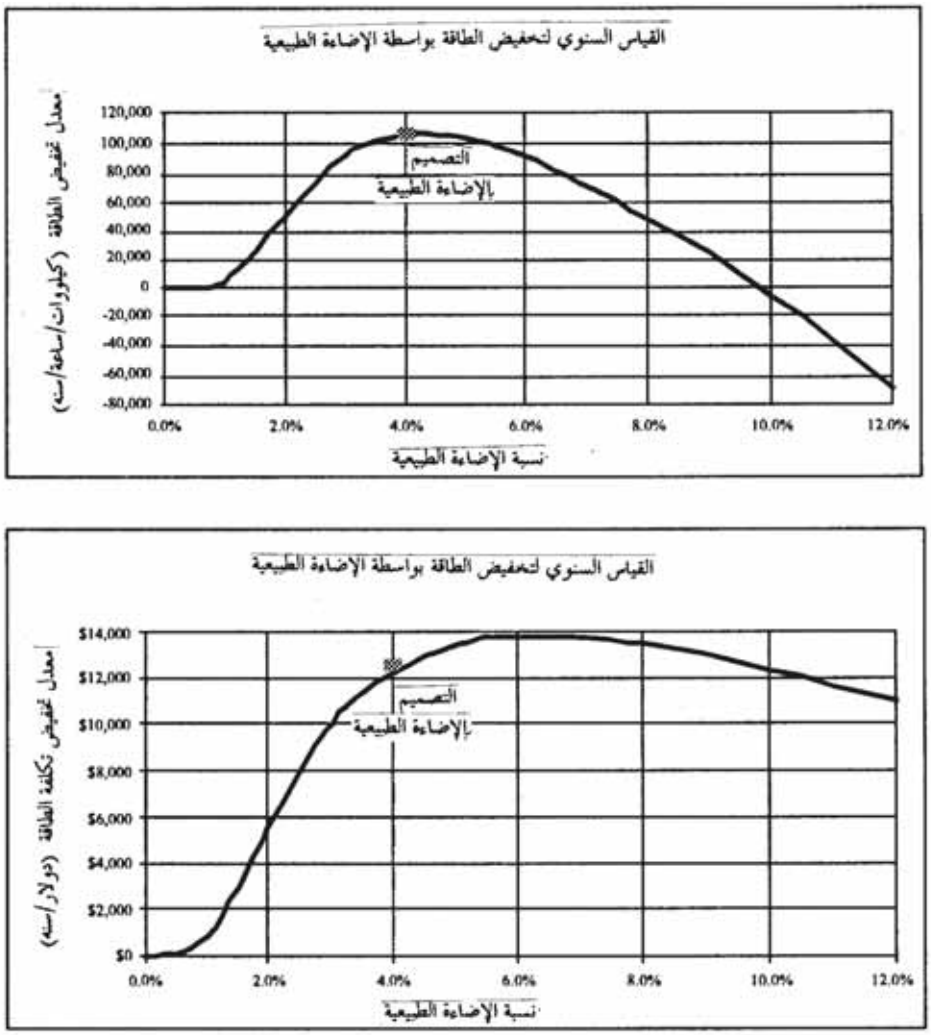


شكل (125-2) يوضح اجمالى معدل الاضاءة الطبيعية والكهربائية خلال مسطح العمل مع نظام التحكم



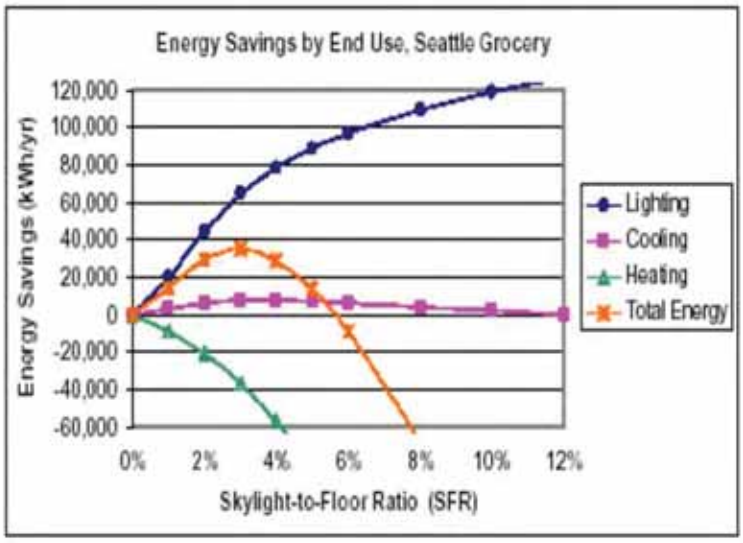
شكل (125-3) يوضح ثلاث نتائج لثلاث اقتراحات لابعاد وارتفاعات فتحات الاضاءة على مدار العام مما يوضح زيادة معدل الاضاءة كلما زادت ابعاد فتحة الاضاءة من 62, % الى 1,90 %

- نتيجة تطبيق التصميم العمارى البيئى امكن تخفيض معدل استهلاك الطاقة وبالتالى تخفيض التكلفة



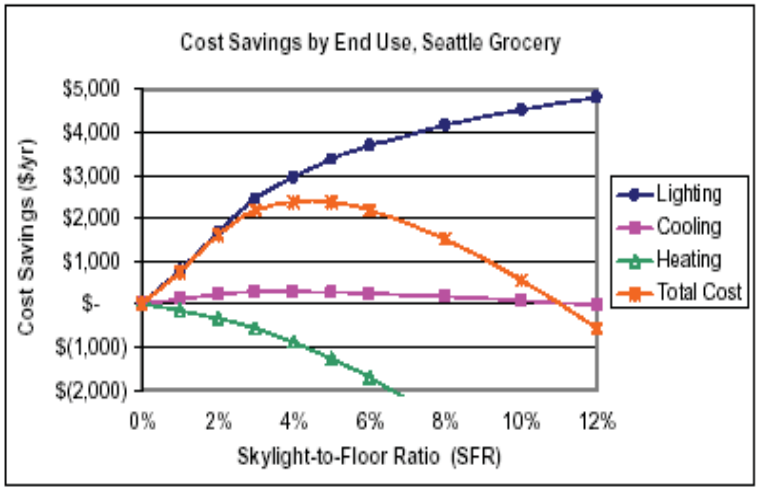
شكل (125-4) رسم بيانى يوضح معدل حفظ الطاقة سنويا من الاضاءة الطبيعية نتيجة التصميم المعمارى البيئى،وكذلك يوضح معدل تخفيض تكلفة الطاقة من الاضاءة

ونجد أن أعلى مستوى إضاءة يمثله شكل (125) المنحنى الذي يسجل حوالي 180 لاكس،حيث كانت السماء صافية من الساعة العاشرة صباحا إلى الرابعة مساء،وأن أقل مستوى إضاءة يمثله المنحنى الذي يسجل حوالى45 لاكس،حيث كانت نسبة الرطوبة والشبورة المائية مرتفعة،مما يدل على أهمية القياسات التحليلية لمستوى الإضاءة لتكون الأساس الذي يمكن من خلاله وضع المعايير التصميمية لزيادة الحد الأدنى من مستوى الإضاءة

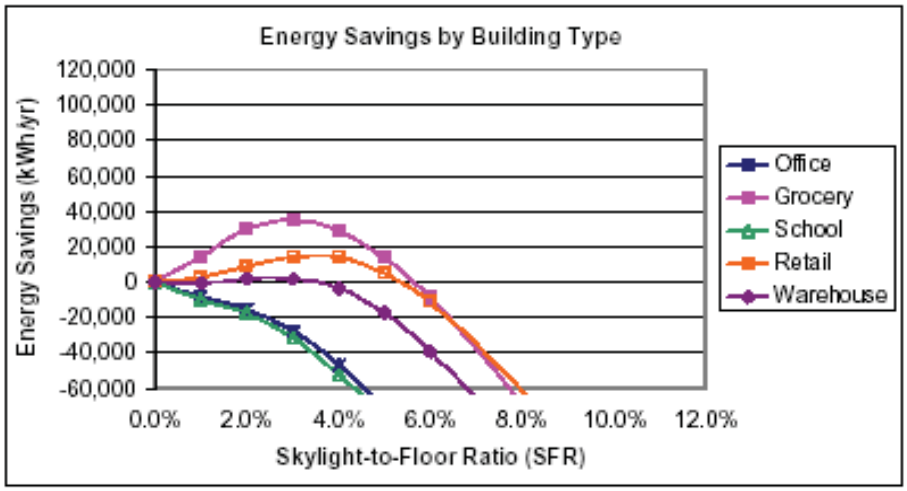


3- تخفيض معدل استهلاك الطاقة الكهربائية بحوالي 12% من الاستهلاك الكلى وبالتالي تخفيض التكلفة الكلية للطاقة المستهلكة ويوضحه المنحنى الذي يمثل الإضاءة بشكل (126أ - 1)

شكل(126-1) يوضح معدل انخفاض الطاقة الكهربائية المستهلكة في الإضاءة



شكل(126-2) يوضح معدل انخفاض تكلفة الطاقة المدخرة من الإضاءة



شكل (126-3) يوضح معدل حفظ الطاقة عن طريق التصميم الجيد لحجم وشكل المبنى

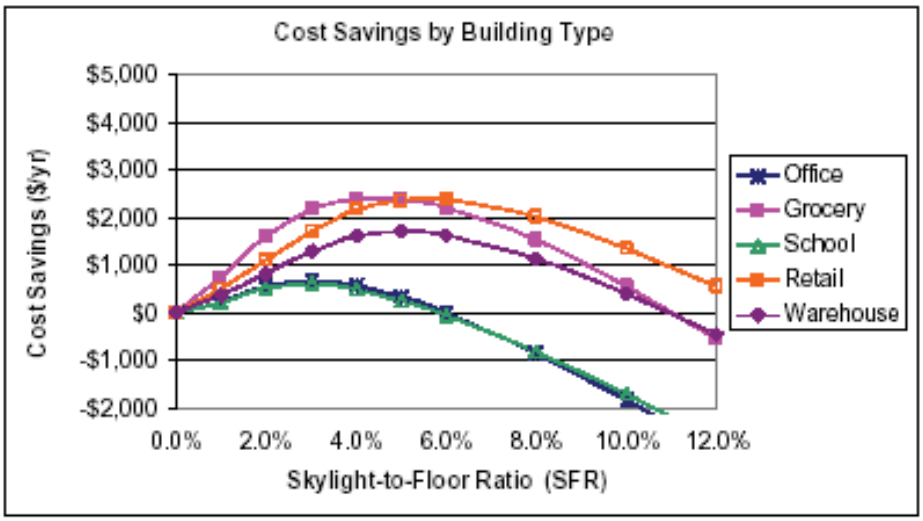
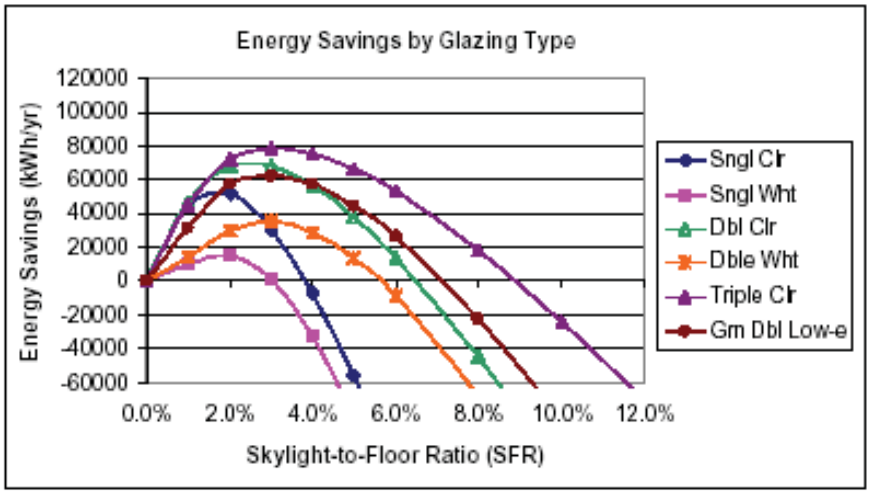
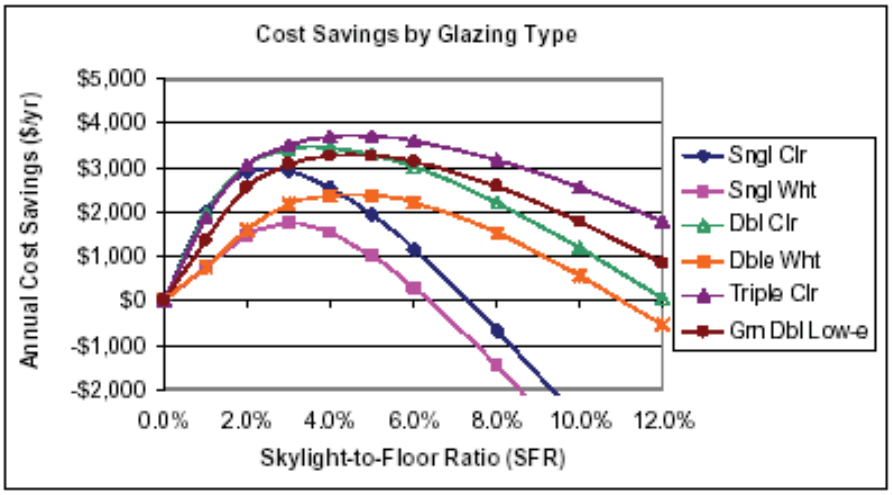


Figure 8-9: Annual Energy and Cost Savings by Building Type - Seattle

شكل (126-4) يوضح معدل تكلفة حفظ الطاقة عن طريق التصميم الجيد لحجم وشكل المبنى

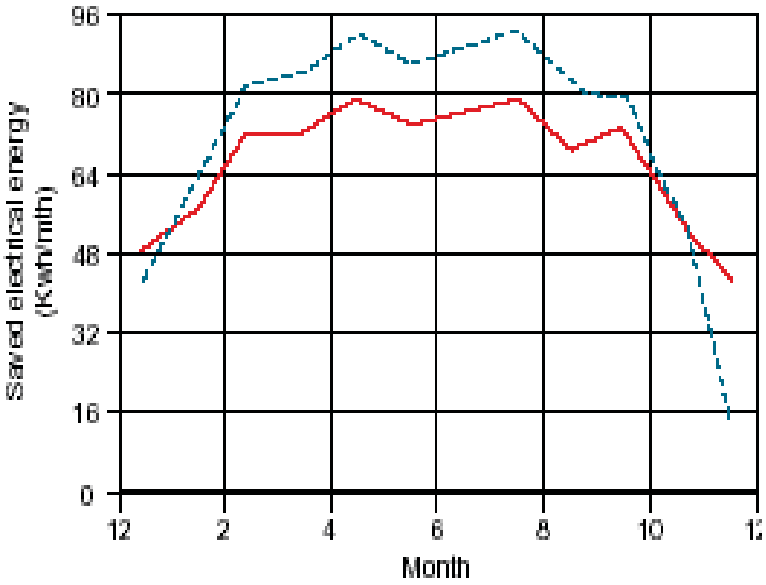


شكل (126-5) يوضح معدل حفظ الطاقة عن طريق الاختيار الجيد لنوع زجاج النوافذ

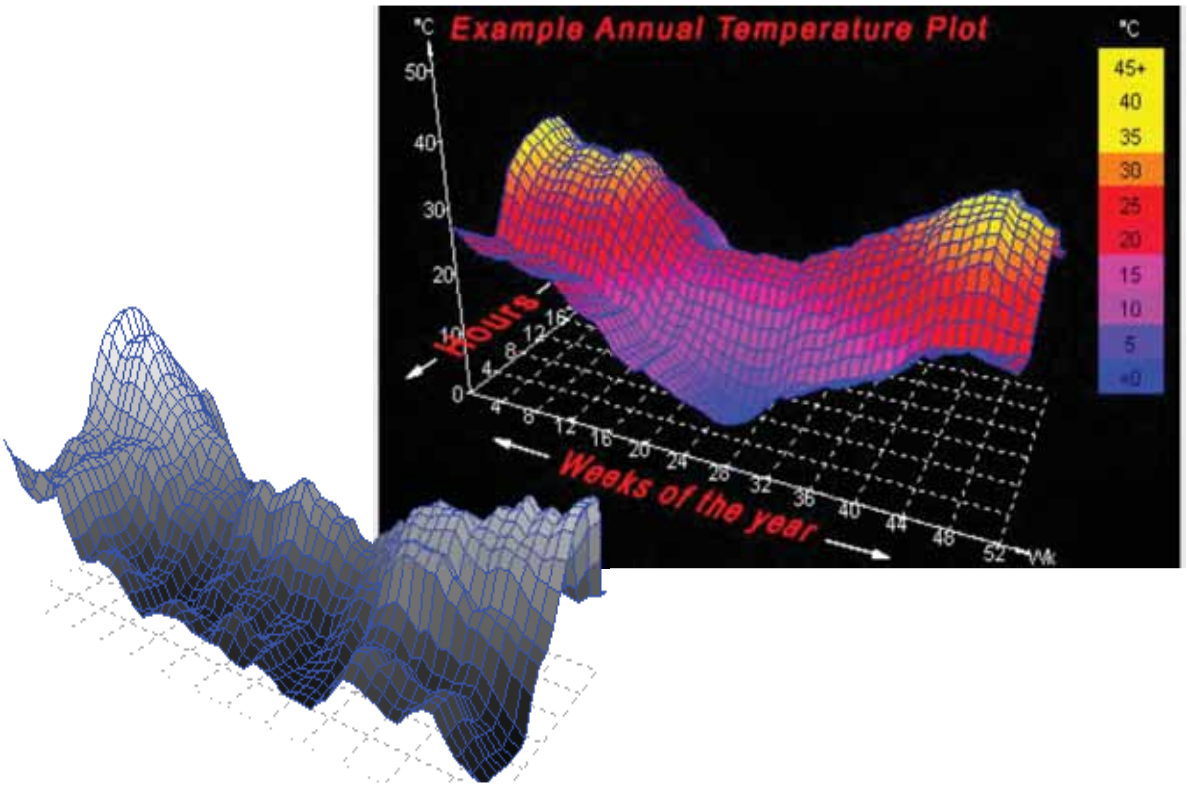


شكل (126-6) يوضح معدل تكلفة حفظ الطاقة عن طريق الاختيار الجيد لنوع زجاج النوافذ

4- زيادة قيمة معدل ترشيد الطاقة الكهربائيـــة الســـنوى بمقارنـــة استهلاك الطاقة الفعلى واستهلاك الطاقـــة المتوقـــع كمـــا موضـــح بشـكل(127) المنحنـى المتصـل يعبر عن معدل الاستهلاك السنوي الفعلي،والمنحنـى المتقطـع يعبـر عـن معـدل الاسـتهلاك السـنوي المتوقع .



شكل(127) يوضح قيمة معدل ترشيد الطاقة الكهربائية السنوي للحالة الدراسية المعالجة



شكل (127 أ) يوضح قياس زيادة معدل شدة الاضاءة الطبيعية المعدلة على مدار العام

النتائج

اثبتت ان التوقع للاضاءة كان اقرب الى حدود شدة الاستضاءة المراد تحقيقها وان التناقض بين المتوقع والمدروس (الوضع الحالى) كان اعلى من المتوقع بحوالى 1 : 6 % صيفا وكان اقل بحوالى 1 : 9 % شتاء، فكانت النتيجة مختلفة عن اللاضاءة الحقيقية بحوالى 6 %

فالتناقض بين شدة الاستضاءة الطبيعية والمقلدة منعكس على شدة الاستضاءة الداخلية والممثلة (التى تم عمل لها محاكاه) الذى كان من قبل اقل من المتوقع بحوالى 5 % ،ومن المحتمل التأثير على حسابات الطاقة الطويلة المدى .

والمقترح ان تلك المدخرات السنوية فى الاضاءة الطبيعية قد يكون فى الواقع اعلى من المتوقع،فنرى البيانات الصيفية جيدة فى المدى العام وتوزيع الاستضاءة بين الحقيقى والمحاكاه .

ومن هنا تم اثبات ان اختلاف شدة الاستضاءة يكون احيانا 3 : 10 مرات من القيمة المدروسة ولقد اثبت البحث ان هذا التناقض العالى نسب الى الاختلافات الهندسية بين الفضاء الحقيقى والمقلد.

وبذلك امكن التوصل الى النتائج التالية

1- كانت المدخرات السنوية المتوقعة حوالى 28700 كيلووات ساعة/سنه والمدخرات من القياسات حوالى 17830 كيلووات ساعة/سنه بانخفاض حوالى 61% من المتوقع .

2- تحقيق هدف الدراسة وهى مقارنة النتائج المحسوبة (مستويات الاضاءة – مدخرات الطاقة للاضاءة) .

3- والجدول التالى (25) يوضح أعلى قيمة لنسبة الفتحات الى ينصح بها .

		أكبر قيمة
التوجيه	نوع الحوائط الداخلية	تهوية طبيعية غير جيدة	تهوية طبيعية جيدة
شمالى ± 22.5°	خفيفة	,37	,42
	ثقيلة	,39	,50
الاتجاهات الأخرى	خفيفة	,12	,17
	ثقيلة	,14	,25

جدول رقم (25) توصيات لأعلى قيمة لنسبة الفتحات الزجاجية

ويقصد بحوائط ثقيلة هى الحوائط التى يزيد وزنها عن 600 كجم/م^2

4- والجدول التالى (26) يوضح كمية الطاقة العابرة خلال الأنواع المختلفة من الزجاج .

نوع الزجاج	قيمة الطاقة العابرة g
زجاج شفاف عادى	,9
زجاج شفاف مزدوج	,8
زجاج شفاف (ثلاث طبقات)	,7
طوب زجاجى	,6

5- والجدول التالى (27) يوضح معامل الوقاية من أشعة الشمس Z

قيمة Z	نوع الوقاية
1.0	بدون وقاية
,7	زجاج ملون ملصوق بطبقة رقيقة قاتمة
,5	ستائر معدنية أو حصيرة داخلية أو بين الزجاج
,25	شيش خارجى
,3	شيش حصيرة خارجى
,5 الى ,3	كاسرات شمس بلكونة

5-7-5 اهم النتائج التى تم التوصل اليها :

اولا: نرى هنا بالقياسات ان درجة معامل انتقالية الزجاج تبعا لحدود الواجهة والتوجيه وايضا عرض المعمل له تأثير كبير على استهلاك الاضاءة الصناعية.

ايضا تلاحظ معاملات انعكاس الحوائط ودرجة الوضوح لها تأثير على الاستهلاك،فتخفيض استهلاك الطاقة للاضاءة يمكن ان يكتسب من الفترة القصيرة لاستخدام الاضاءة الكهربائية بين حوالى 50: 80% للزجاج ذو النفاذية اضاءة 60%.

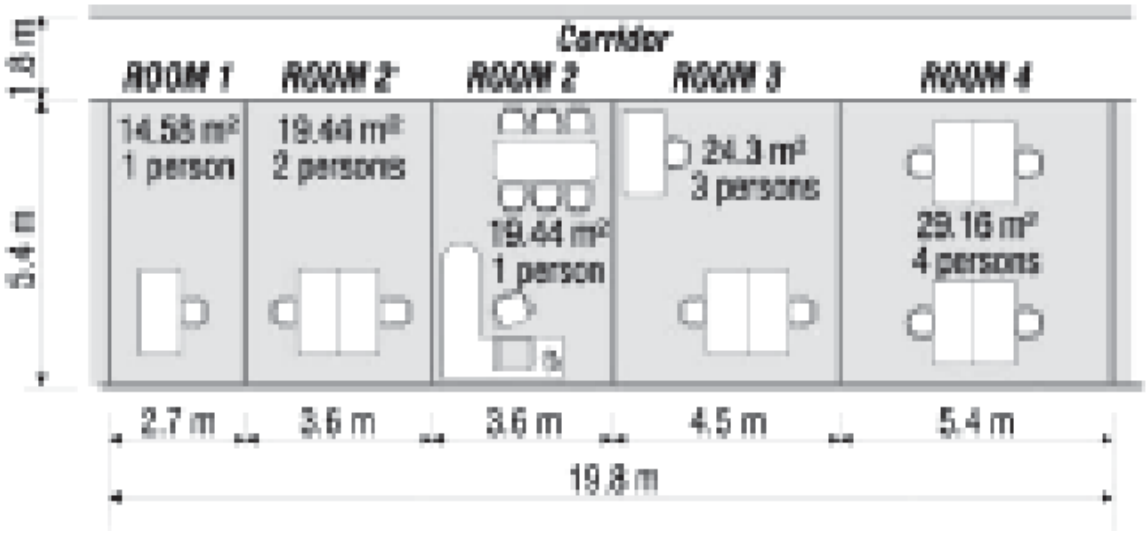
ثانيا: عند دراسة المبنى وجد ان اجمالى استهلاك الاضاءة الصناعية يختلف بين 40: 50% من اجماليالاستهلاك عندما تكون الاضاءة الطبيعية غير محسوبة،وعندما تحسب تكون هذه القيمة بين 7: 40% من اجمالى استهلاك الطاقة الاساسى .

ثالثا : العوامل المؤثرة على الاحمال الحرارية الداخلية *

1- الاضاءة ويتم حساب الاضاءة كل ساعة على مدار شهور السنة

3- عدد العاملين وتوزيعهم واوقات العمل : فترة الاشغال من 9 – 3 مساء وبالتالى لها علاقة بالحمل الحرارى الداخلى بقدر حوالى 150 وات لكل شخص ،شكل (129).

** I.P. Knight,Measured energy savings due to photocell control of individual luminaires, Lighting Research and Technology 31 (1) (1999) 19-22 .

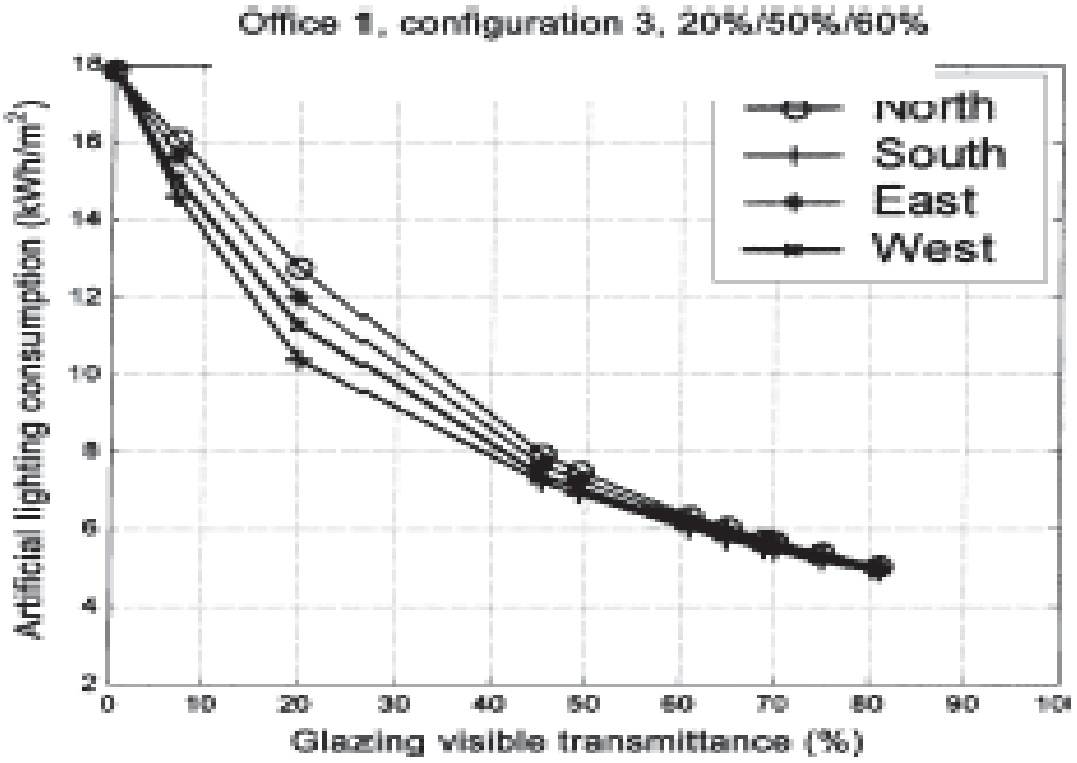


شكل (129) يوضح العلاقة الهندسية بين عدد وتوزيع العاملين والحمل الحرارى الداخلى

3- معاملات انعكاس الحوائط : تم قياس ثلاث حالات مختلفة تتطابق فى معدل الوضوح وتختلف فى ثلاث اختلافات لمعاملات انعكاس الارضية والحوائط والاسقف على التوالى كانت 30-70-75% للحالة الاولى 20-50-6% للحالة الثانية 10-25-40% للحالة الثالثة **

من الدراسة*** نرى ان استهلاك الاضاءة الصناعية للتوجيهات الاربعة للنوافذ ويوضح لنا ان :-

1-يزيد استهلاك الاضاءة الصناعية عندما يتناقص معامل انتقال الضوء،كما يوضحه شكل (130).



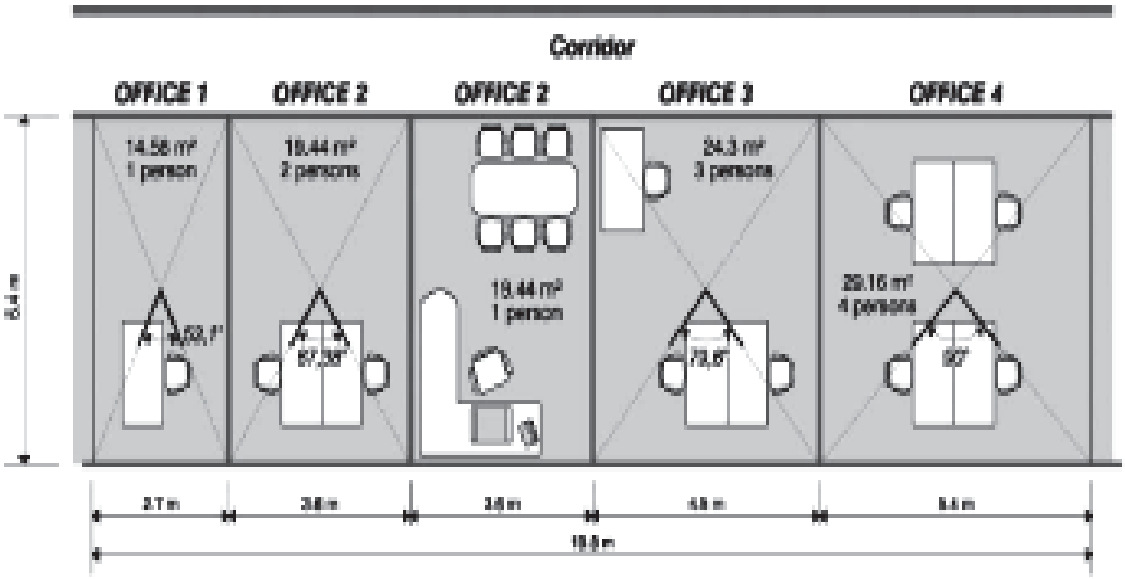
شكل (130) يوضح زيادة استهلاك الاضاءة الصناعية بتناقص معامل انتقال الضوء

2- مساحة وموقع النافذة له تأثير على استهلاك طاقة الاضاءة .

على سبيل المثال : - زيادة مساحة الفتحات من 16 : 32% يمكن ان يخفض استهلاك الاضاءة بحوالى 12% لزجاج نفاذية 20%

***Global energy savings in offices buildings by the use of daylighting ,M. Bodart , A. De Herde ,Energy and building 34 (2002) 421-429 .

3- فنلاحظ تأثير عرض الغرفة على استهلاك الطاقة للاضاءة،عندما يزيد عرض الغرفة استهلاك الاضاءة الصناعية تتناقص لكل متر مربع من الارضية شكل (131)



شكل (131) يوضح تأثير عرض الغرفة على استهلاك الطاقة للاضاءة

الملاحظة الثانية تأثير توجيه النافذة على استهلاك طاقة الاضاءة،الاستهلاك يكون دائما عالى من التوجيه الشمالى اكثر من الاتجاهات الاخرى،والفرق بين التوجيه الشرق والغرب يأتى عندما تكون السماء صافية بعد الظهر اكثر من الصباح.

4- موقع النافذة له تأثير على توزيع الاضاءة الطبيعية وبالتالى على استهلاك اضاءة الاصناعية(مع ثبات عرض الغرفة ومعامل انعكاس الحوائط والتوجيه)، نلاحظ يعود التناقص مع زيادة انتقال الضوء،هذا يمكن ان يلاحظ من تغيير انحدار المنحنى شكل (132) نراه فى الاستهلاك السنوى للاضاءة حسب التوجيه،ونلاحظ انحدار المنحنى يأتى من زيادة مساحة النوافذ وفقا لنفاذية الزجاج.

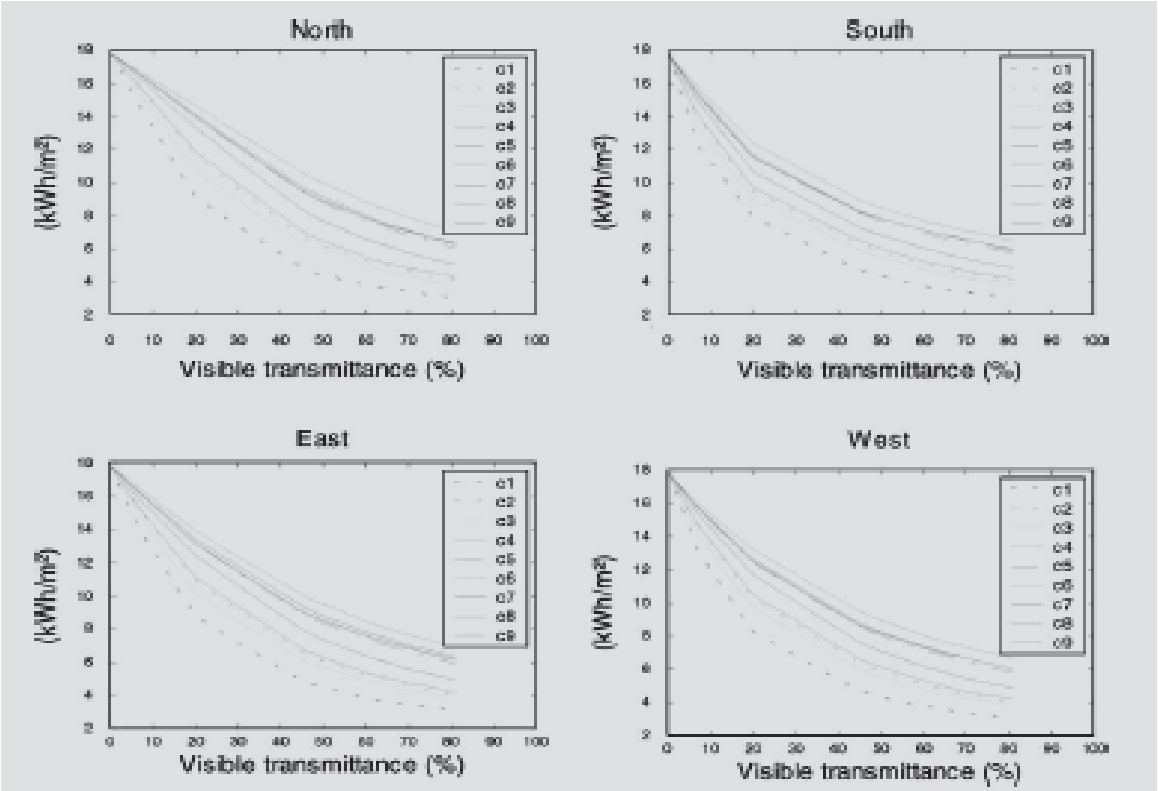


Fig. 5. Annual lighting consumption for each configuration as a function of the glazing.

شكل (132) يوضح الاستهلاك السنوى للاضاءة حسب التوجيه

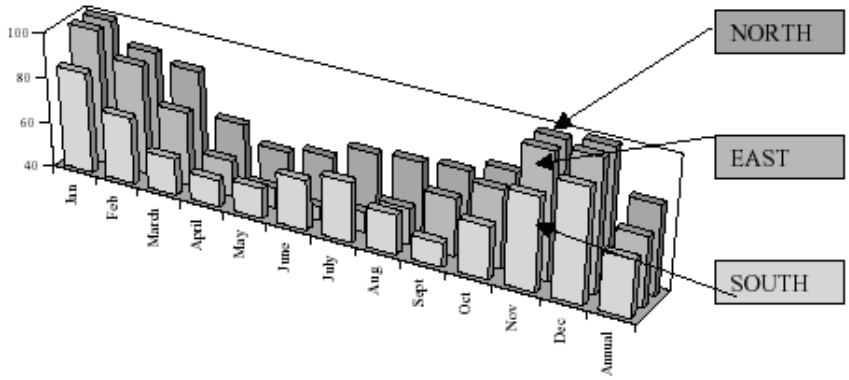


Fig. 11. Switch on periods of the artificial lighting devices.

شكل (132-أ) يوضح معدل استهلاك الطاقة الكهربائية على مدار العام لثلاث توجيهات

6- المادة التالية نتيجة تقييم اداء انظمة الاضاءة الطبيعية واستراتجيات تصميم النوافذ فى المبانى البحثية،وقد تم عمل مسح لاستراتيجيات نظام الاضاءة الطبيعية لحوالى 25 مبنى فى العالم (من ضمنهم مصر) للاضاءة الجانبية والعلوية،هذا المسح يوضح الامثلة المختارة لاستراتيجيات تصميم الاضاءة الطبيعية على سبيل المثال لاالحصر.

وقد تمت هذه الدراسة تحت اشراف معهد لورانس بيركلى بالتعاون مع الدارسين كتطبيق عملى للدراسة عن بعد ، وقد تم الموافقة علية وتصويبه لدمجه ضمن الدليل السنوى للاضاءة الطبيعية (لعام 2005 - 2006) الذى ينشره المعهد سنويا .

مع اضافة حالة دراسية مصرية تمت عن طريق احد المهندسين المعماريين بهيئة الطاقة الذرية (د. م. شريف عبد المنعم الجوهرى) بالتعاون مع وكالة الطاقة العالمية - المانيا

Government of the federal Republic of Germeny – International Energy Agency .

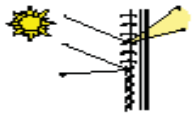
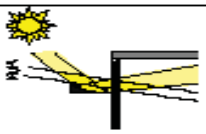
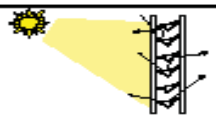
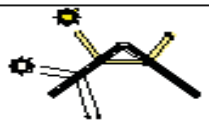
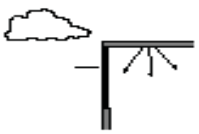
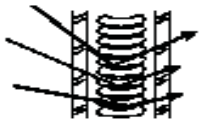
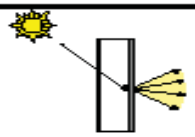
يميز المبنى وسياقه الحضرى الشروط القياسية كالفراغ والمواصفات والتفاصيل الاكثر لاستراتيجيات الاضاءة الطبيعية. وتقييم الاستراتيجيات وتحليل المبنى بالدراسة العملية هو رأى شخصى للباحث،فتخطيط صفحة قياسية لكل مبنى،كان من اهم اهداف البحث ليساعد القارىء لتحديد مكان المعلومات بسهولة عن طريق الضغط على اسم المشروع فتتم فى الحال عرض المشروع ونتائجه وتسمح لمقارنة النتائج .

فتم تصنيف المشاريع الفردية خلال الجدولين التاليين :-

1 - عرض عام للمبانى overview buildings نرى من خلالها موقع المشاريع والمعلومات المدمجة حول بيانات التصميم المميزة.

	geo	city	country	building type	number of stories	room depth	strategy	facades	sidelighting	toplighting	systems
C. E. Smith Building	19°S	Townsville	Australia	mixed use	7	1,5H	interactive	1	X		planter box / sunshade / grey glass
Waterford School	27°S	Brisbane	Australia	school	1		autonomous	2	X	X	angular selected skylights / sunshades
Center for Desert Architecture	30°N	Cairo	Egypt	research	2	-	autonomous	1		X	skylight with hologram glass / diffuser
Chamber of Commerce	33°N	Palm Springs	USA	office	1	-	interactive	2		X	skylight design system with mirrors
Park Ridge Primary School	38°S	Melbourne	Australia	school	1	-	autonomous	2	X	X	tunnel lights / steel meshed shade
EOS Building	46°N	Lausanne	Switzerland	office	5	2H	active	1	X		light shelf / louvers
Bertolt Brecht School	51°N	Dresden	Germany	school	3	2,4H	interactive	2	X		louvers
Geyssel Building	51°N	Cologne	Germany	mixed use	2	2,5H	interactive	2	X		fabric / lightguiding glass
School for Medical Assistants	52°N	Berlin	Germany	educational	4	3,1H	autonomous	1	X		curtain / louvers
Gropius School	52°N	Berlin	Germany	school	3	2,5H	autonomous	2	X		louvers
Ludwig Erhard Building	53°N	Berlin	Germany	mixed use	9	1,4H	passive	0	X		blinds
Botag Building	53°N	Berlin	Germany	mixed use	7	1,8H	autonomous	1		X	balcony / glazed screen / vertical lamellas
Willy Brandt Building	53°N	Berlin	Germany	mixed use	7	1,8H	autonomous	2	X	X	glass lamellas / okasolar lamellas / fabric
Protestant School	53°N	Berlin	Germany	school	5	2,2H	autonomous	2	X	X	overhang / louvers / diffusing glass
Shell Building	53°N	Berlin	Germany	office	13	2,3H	autonomous	2	X		louvers / curtain
Ebbinghaus Department Store	53°N	Berlin	Germany	retail	4	2,6H	autonomous	3	X		sunshade / diffusing glass / louvers
DIN Building	53°N	Berlin	Germany	office	6	1,7H	active	1	X		sunshade / diffusing glass / louvers
IBM Building	53°N	Berlin	Germany	office	9	1,7H	active	1	X		lightshelf / louvers / vertical lamellas
Architecture Faculty	53°N	Berlin	Germany	university	9	1,7H	active	1	X		overhang / awning
Debis Building	53°N	Berlin	Germany	office	21	2,2H	interactive	1	X		blinds
Deutsche Bank Building	53°N	Berlin	Germany	bank	14	2,7H	interactive	1	X		balcony / sunshade / louvers / vertical lamellas
Oberstufenzentrum Wirtschaft	53°N	Zehdenick	Germany	school	3	2,4H	interactive	2	X		sunshade / fabric
Trapholt Art Museum	55°N	Trapholt	Denmark	museum	2	-	autonomous	2	X	X	skylight system with prismes of canvas
Gentofte Public Library	55°N	Copenhagen	Denmark	library	2	-	interactive	1		X	-
Dragvoll University Center	64°N	Trondheim	Norway	university	3	1,9H	passive	0	X		awning / translucent glazing

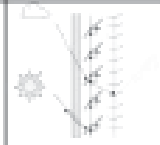
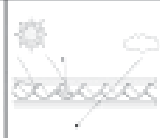
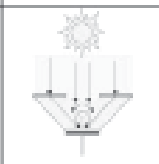
2- نظرة عامة للانظمة (overview systems) تدرج فيه المبانى حسب نظام الاضاءة الطبيعية الملائم .

Dayligthing Systems (according to Matrix in Chapter 4.2)			
Category	System	Diagram	Buildings
1B Primary using direct sunlight	Louvers and blinds (→ 4.4)		• Bertholt Brecht School • School for Medical Assistants • Gropius School • Shell Building • Ebbinghaus Department Store • DIN Building • IBM Building • Debis Building • Deutsche Bank Building • Protestant School • EOS Building
	Lightshelf for redirection of sunlight (→ 4.3)		• Chamber of Commerce
	Glazing with reflecting profiles (Okasolar)		• Willy Brandt Building
	Skylight with Laser Cut Panels (→ 4.7)		• Waterford School
2A Diffuse light guiding systems	Lightshelf (→ 4.3)		• EOS Building • IBM Building
2B Direct light guiding Systems	Holographic Optical Elements in the skylight		• Center for Desert Architecture
	Sun directing glass (→ 4.9)		• Geyselle Building
2C Scattering systems			• DIN Building • Protestant School

بعض الملاحظات على الجداول التالية :

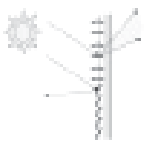
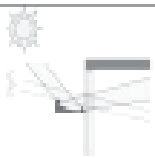
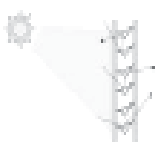
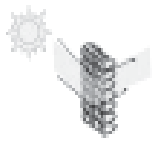
بعض الانظمة التى تضمنتها الجداول تستطيع انجاز وظائف متعددة،على سبيل المثال الارفف Light Shelves يمكن ان تعيد توجيه كلا من النافذة السقفية وشعاع ضوء الشمس وقد تم الشرح بالتفصيل فى الجداول التالية :

1. Shading Systems

Category	Type/name	Sketch	Climate	Location	Criteria for the choice of elements						
					Glare protection	View outside	Light guiding into depth of room	Homogeneous illumination	Saving potential (artificial lighting)	Need for tracking	Availability
1A Primary using diffuse skylight	Prismatic panels (→ 4.5)		All climates	Vertical windows, skylights	D	N	D	D	D	D	A
	Prisms and venetian blinds		Temperate climates	Vertical windows	Y	D	Y	Y	Y	Y	A
	Sun protecting mirror elements		Temperate climates	Skylights, glazed roofs	D	N	N	Y	N	N	A
	Anidolic zenithal opening (→ 4.12; 4.13)		Temperate climates	Skylights	Y	N	N	Y	Y	N	T
	Directional selective shading system with concentrating Holographic Optical Element (HOE) (→ 4.11)		All climates	Vertical windows, skylights, glazed roofs	D	Y	N	D	Y	Y	T
	Transparent shading system with HOE based on total reflection (→ 4.11)		Temperate climates	Vertical windows, skylights, glazed roofs	D	Y	N	Y	Y	Y	A

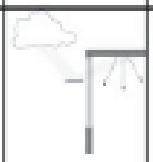
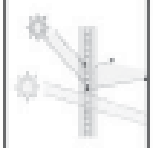
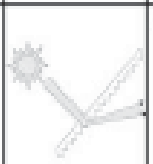
Y= Yes , D= Depends, N= No, A= Available, T= Testing phase, "→ n" = See section number n

1. Shading Systems

Category	Type/name		Climate	Location	Criteria for the choice of elements						
					Glare protection	View outside	Light guiding into depth of room	Homogeneous illumination	Saving of energy for artificial light-ing	Need for tracking	Availability
1B Primary using direct sunlight	Light guiding shade (→ 4.7)		Hot climates, sunny skies	Vertical windows above eye height	Y	Y	D	D	D	N	T
	Louvres and blinds (→ 4.4)		All climates	Vertical windows	Y	D	Y	Y	Y	Y	A
	Light shelf for redirection of sunlight (→ 4.3)		All climates	Vertical windows	D	Y	Y	Y	Y	N	A
	Glazing with reflecting profiles (Okasolar)		Temperate climates	Vertical windows, skylights	D	D	D	D	D	N	A
	Skylight with Laser Cut Panels (LCPs) (→ 4.7)		Hot climates, sunny skies, low latitudes	Skylights	D		Y	Y	Y	N	T
	Tumable lamellas		Temperate climates	Vertical windows, skylights	Y/D	D	D	D	D	Y	A
	Anidolic solar blinds (→ 4.13)		All climates	Vertical Windows	Y	D	Y	Y	D	N	T

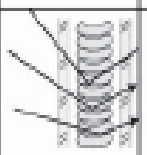
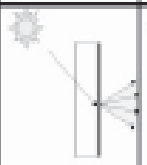
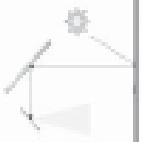
Y= Yes , D= Depends, N= No, A= Available, T= Testing phase, "→ n" = See section number n

2. Daylighting systems without shading included

Category	Type/name	Sketch	Climate	Location	Criteria for the choice of elements						
					Glare protection	View outside	Light guiding into depth of room	Homogeneous illumination	Saving of energy for artificial lighting	Need for tracking	Availability
2A Diffuse light guiding systems	Light shelf (→ 4.3)		Temperate climates, cloudy skies	Vertical windows	D	Y	D	D	D	N	A
	Anidolic Integrated System (→ 4.12)		Temperate climates	Vertical windows	N	Y	Y	Y	Y	N	A
	Anidolic ceiling (→ 4.12)		Temperate climates, cloudy skies	Vertical facade above viewing window		Y	Y	Y	Y	N	T
	Fish System		Temperate climates	Vertical windows	Y	D	Y	Y	Y	N	A
	Zenith light guiding elements with HOEs (→ 4.10)		Temperate climates, cloudy skies	Vertical windows (especially in courtyards), skylights		Y	Y	Y	Y	N	A
2B Direct light guiding Systems	Laser Cut Panel (→ 4.6)		All climates	Vertical windows, skylights	N	Y	Y	Y	Y	N	T
	Prismatic panels (→ 4.5)		All climates	Vertical windows, skylights	D	D	D	D	D	Y/N	A

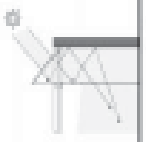
Y= Yes , D= Depends, N= No, A= Available, T= Testing phase, "→ n" = See section number n

2. Daylighting systems without shading included

Category	Type/name	Sketch	Climate	Location	Criteria for the choice of elements						
					Glare protection	View outside	Light guiding into depth of room	Homogeneous illumination	Saving of energy for artificial lighting	Need for tracking	Availability
2B Direct light guiding Systems	HOEs in the skylight		All climates	Skylights	D	Y	Y	Y	Y	N	A
	Sun-directing glass (→ 4.8)		All climates	Vertical windows, skylights	D	N	Y	Y	Y	N	A
2C Scattering systems			All climates	Vertical Windows, skylights	N	N	Y	Y	D	N	A
2D Light transport	Heliostat		All climates, sunny skies				Y		Y	Y	A
	Light Pipe		All climates, sunny skies				Y	Y	Y	N	A
	Solar Tube		All climates, sunny skies	Roof			Y	D	Y	N	A
	Fibres		All climates, sunny skies				Y		Y	Y	A

Y= Yes , D= Depends, N= No, A= Available, T= Testing phase, "→ n" = See section number n

2. Daylighting systems without shading included

Category	Type/name	Sketch	Climate	Location	Criteria for the choice of elements						
					Glare protection	View outside	Light guiding into depth of room	Homogeneous illumination	Saving of energy for artificial lighting	Need for tracking	Availability
2D Light transport	Light-guiding ceiling		Temperate climates, sunny skies				Y	Y	Y	N	T

Y= Yes ; D= Depends, N= No, A= Available, T= Testing phase, "→ n" = See section number n

مع اضافة دراسة الحاله الدراسة المصرية

www.daylighting.org

this building was contributed by: ILB FH Cologne, Germany

International Center for Desert Architecture

office building

skylight system with holographic elements

Cairo, Egypt
30°N, 31°E
sunny

building

This building houses the International Center for Desert Architecture and Appropriate Technologies, and the National Center for Nuclear Safety and Radiation Control. It is a heavy masonry construction with small openings. The offices are entered from arcades which enclose a sequence of courtyards.

daylight strategy

Several windows and the skylight of the entrance hall are equipped with holographic (HOE) light guiding that redirect the sunlight without causing glare nor overheating problems. The general effort is to achieve a good daylight performance with a small opening index to prevent the building from overheating. This refers to the daylight strategy of the entrance hall. A photograph shows an interior view of an office space as well.

multi purpose hall

To provide homogenous daylight illumination for the entire room, a special toplight with HOE and additional acrylic reflectors was placed in the dome of the multi-purpose-hall.

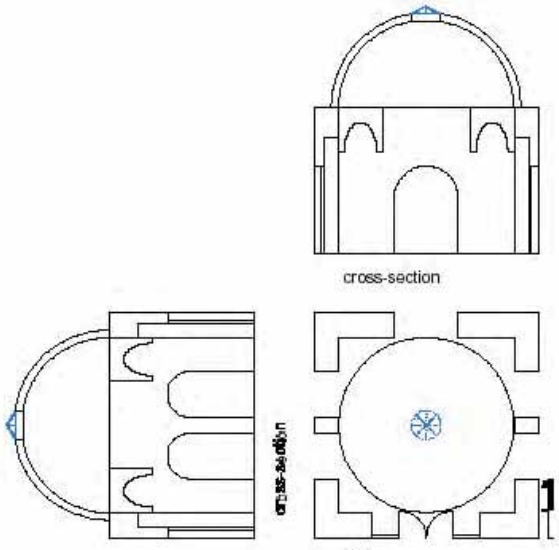
Floorplan of International Center for Desert Architecture and Appropriate Technologies. The highlighted entrance hall on the top has been equipped with a HOE-light guiding element, the room on the bottom has a light guiding window.

Cross-section showing the dome of the entrance hall with the lantern which is equipped with holographic elements to shade and to redirect sunlight.

View from below up to the barrel- vault in an office room with new window on the right side. The daylight is reflected to the ceiling by a HOE-device and distributed homogeneous and glarefree within the room.

building data	
size	2 500 m²
number of stories	2
architect	Sherif Algohary, Cairo
daylight consultant	ILB, FH Cologne
year of completion	1996
dome	
daylight strategy	unilateral, toplighting
dimensions (depth/width/height)	6,0 m / 6,0 m / 8,0 m
room area	36 m²
floor	yellow ochre, 60%
wall	yellow ochre, 60%
diffuser	translucent glass
skylight	hologram glass

Exterior view of the toplight above the entrance hall with HOE and shading wings.



		skylight
daylight	orientation	zenithal
	glazed area	1m²
	opening index	0,03
function	daylighting	•
	view outside	-
	ventilation	-
	operable	-
	shading	•
	redirection	•

		shading wings	diffuser	hologram
function	sun shading	•	-	•
	glare protection	•	-	•
	redirection	-	•	•
location	inside	•	•	-
	window pane	-	-	•
	outside	-	-	-
	movable	•	-	-
	fixed	-	•	•

Overview

5-7-6 الاستنتاج : من النتائج نقترح امكانية حفظ الطاقة عن طريق تكامل الاضاءة الطبيعية والصناعية والتصميم البيئى الجيد .

- من العوامل المؤثرة على الاضاءة الطبيعية :-

1- الانتقال العالى للضوء من خلال الزجاج (يتوقف على معامل الزجاج) يكون له تأثير جيد على استهلاك طاقة الاضاءة.

2- موقع النافذة وحجم النافذة

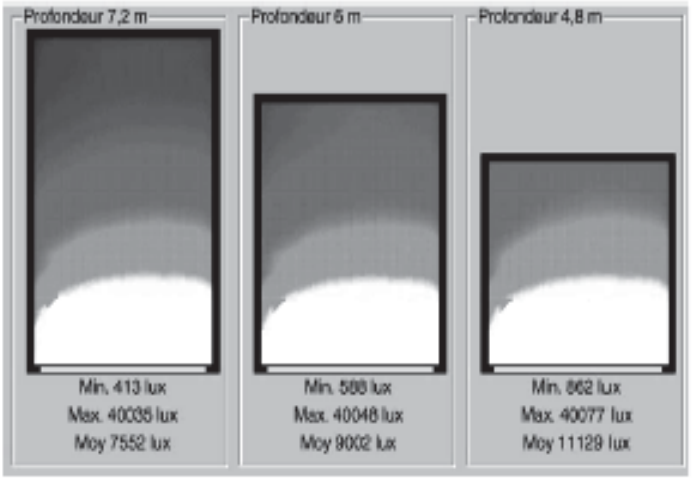
فموقع النافذة يؤثر فى التوزيع الجيد للاضاءة وامكن ملاحظة

*Global energy savings in offices buildings by the use of daylighting ,M. Bodart , A. De Herde ,Energy and building 34 (2002) 421-429 .

ان ارتفاع النافذة يكون افضل لاضاءة عمق الغرفة .ومساحة النافذة تلعب دور اساسى فقد امكن ملاحظة ان نسبة مساحة النافذة/مساحة الارض من 16: 32% يمكن ان يخفض استهلاك الاضاءة بحوالى 12% باستخدام الزجاج ذو نفاذية 20%او 36%.

M.Bodar,A. De Herde, Global energy savings in offices buildings by the use of daylighting, in : Energy and Buildings, Vol. 34/5, Architecture et Climat, UCL, Place du Levant 1, B-1348 Louvain-La-Neuve, 2002, pp. 421-429 .

3- تزيد شدة الاستضاءة من السماء وانعكاسات الاسطح بزيادة ارتفاعات النافذة وتقليل عمق المعمل شكل (133)

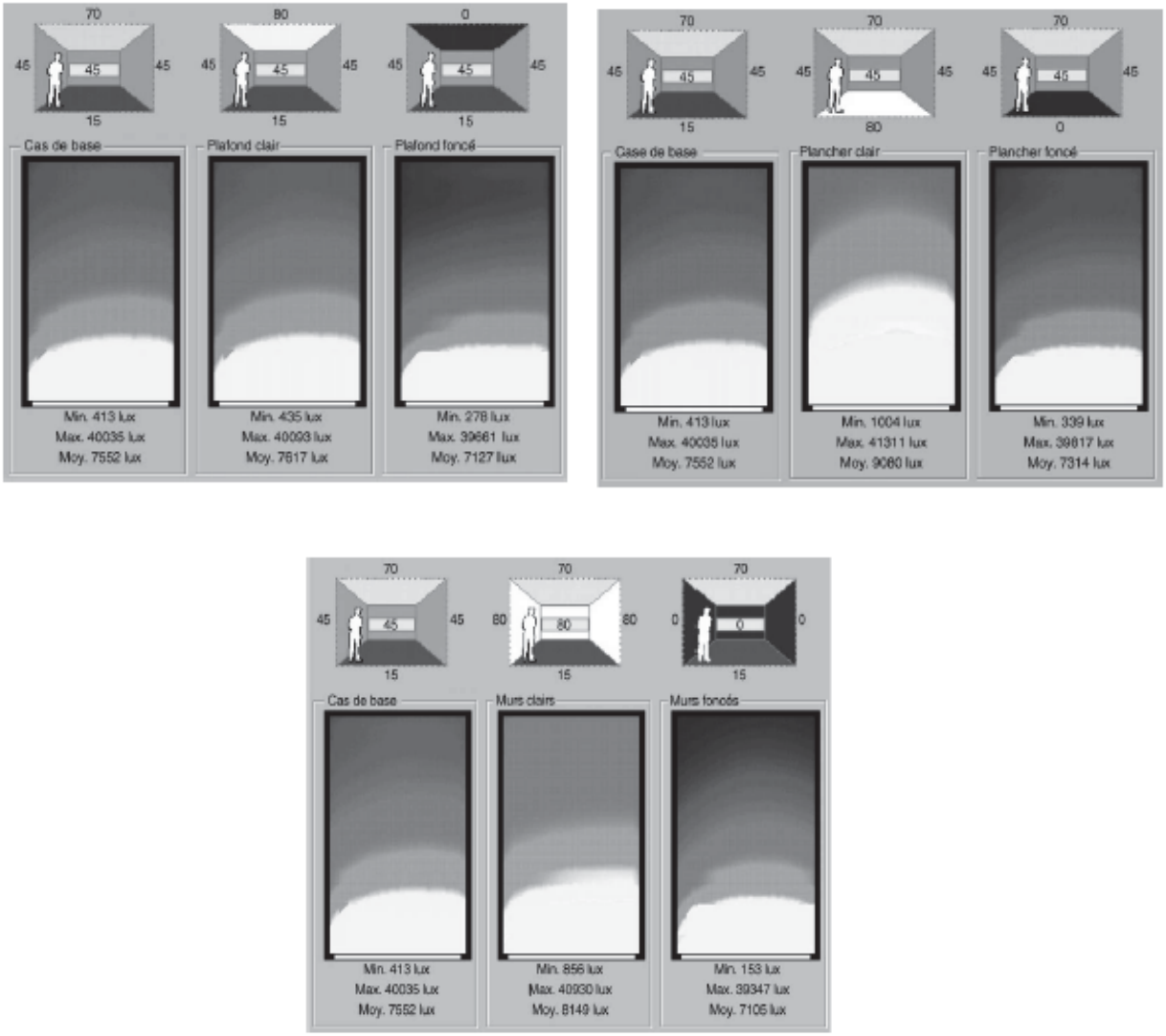


شكل (133) يوضح زيادة شدة الاستضاءة بزيادة ارتفاعات النافذة

4- الوان واسطح المعمل الداخلية تؤثر بشكل كبير على معاملات الانعكاس للضوء وبالتالى على تخفيض استهلاك طاقة الاضاءة الصناعية شكل (134)

5- التأثير الايجابى لارتفاع فتحات الاضاءة الطبيعية اعلى مسطح العمل .

*Developed by Lawrence brekeley laboratory withen the framework of task (xii) of internal energy agency



شكل (134) يوضح تأثير الوان واسطح المعمل الداخلية على معامل انعكاس الضوء

5-7-7 الخلاصة :-

تصميم الإضاءة الطبيعية وترشيد الطاقة المستهلكة في الإضاءة يمكن أن تتحقق بما يلي :-

- التصميم الجيد لاستخدام الإضاءة الطبيعية بكفاءة عالية معظم أوقات النهار .
- التكامل بين الإضاءة الطبيعية والصناعية لتخفيض الاستهلاك العام للطاقة والحمل الحراري.
- تخفيض ساعات استخدام الطاقة الكهربائية بالإضافة لاستخدام إضاءة كهربائية عالية الكفاءة.
- نتائج التصميم لابد أن تأخذ في الاعتبار متطلبات المعامل البحثية من مستوى الإضاءة .

أهم النتائج التي تم التوصل إليها :

1- ارتفاع مستوى الإضاءة بزيادة قدرها 12% وصولا لمستوى الإضاءة المطلوب طبقا للمواصفات الهندسية.

2- تم تخفيض الاستهلاك السنوي المتوقع للطاقة الموضح بالقياسات لقيمة معدل ترشيد الطاقة السنوي للحالة الدراسية بمقارنة استهلاك الطاقة الفعلي والمتوقع بمقدار حوالي 61 % وهذا يتوافق ومتطلبات البحث وأهدافه .

هذا ولقد تمت الدراسة لكل شهر خلال ساعات النهار على مدى العام،وكانت النتائج كالتالي:

1- زيادة مستوى الإضاءة الطبيعية إلى المعدل المطلوب لمستوى العمل في المعامل إلى حوالي 500:400 لاكس خلال معظم أيام الأسبوع (بزيادة حوالي 180 لاكس إلى مستوى الإضاءة الطبيعية قبل إضافة المعالجات).

زيادة فترة الإضاءة الطبيعية خلال اليوم من الساعة الخامسة صباحا إلى الساعة السابعة مساء صيفا .

2- تخفيض معدل استهلاك الطاقة الكهربائية بحوالي 12% من الاستهلاك الكلى وبالتالي تخفيض التكلفة الكلية للطاقة

3- زيادة قيمة معدل ترشيد الطاقة الكهربائية السنوي بمقارنة استهلاك الطاقة الفعلي واستهلاك الطاقة المتوقع .

4- بالقياسات وجدنا أن درجة معامل انتقالية الزجاج تبعا لحدود الواجهة والتوجيه وأيضا عرض المعمل له تأثير كبير على استهلاك الإضاءة الصناعية.

أيضا معاملات انعكاس الحوائط ودرجة الوضوح لها تأثير على الاستهلاك،فتخفيض استهلاك الطاقة للإضاءة يمكن أن يكتسب من الفترة القصيرة لاستخدام الإضاءة الكهربائية بين حوالي 50: 80% للزجاج ذو النفاذية إضاءة 60%.

5- عند دراسة المبنى وجد أن إجمالي استهلاك الإضاءة الصناعية يختلف بين 40: 50% من إجمالي الاستهلاك عندما تكون الإضاءة الطبيعية غير محسوبة،وعندما تحسب تكون هذه القيمة بين 7: 40% من إجمالي استهلاك الطاقة الأساسي .

6- من العوامل المؤثرة على الأحمال الحرارية الداخلية هي الإضاءة وتم حساب الإضاءة كل ساعة على مدار شهور السنة,عدد العاملين وتوزيعهم وأوقات العمل خلال فترة الإشعال من 9 – 3 مساء فوجدنا أن لها علاقة بالحمل الحراري الداخلي بقدر حوالي 150 وات لكل شخص .

النتائج :

1. توضيح مدى أهمية اعتبارات الطاقة والبيئة في تصميم المباني البحثية .
2. الوصول إلى تصميم بيئي معماري لتحقيق أقصى درجة من الإضاءة الطبيعية واقل استهلاك للطاقة على مدار العام مما يؤدى إلى اقل تكلفة واكبر ترشيد للطاقة وافضل أداء للعمل.
3. وضع دليل مبسط للمهندسين لأساسيات التصميم المعماري البيئي المرشد للطاقة .

التوصيات :

- ضرورة إدخال اعتبارات الموقع والمناخ كعامل أساسي ومؤثر في عملية التصميم المعماري للمباني البحثية .

- على المستوى البيئى والتنمية المستدامة نوصى بالاعتماد على وسائل التصميم المعماري البيئي والحد من الاعتماد على وسائل الإضاءة الصناعية المستهلكة للطاقة لتخفيض تكاليف التشغيل ولتجنب المتاعب الصحية الناتجة .

- مراعاة طبيعة العمل والنشاط القائم للمبنى ودراسة الشروط والمتطلبات لنوعيات مختلفة من المباني ذات الطبيعة الخاصة .

- التركيز على استكمال الدراسات الخاصة بوضع المعايير التصميمية للمباني البحثية التي تتناسب مع الخصائص المناخية للأقاليم في مصر لتساعد المهندس المعماري في تحسين الأداء البصري .

- الاهتمام بتعليم المهندس المعماري الوسائل الحسابية لتقييم الأداء الحراري والضوئي للمبنى وكيفية استخدام برامج الحاسب الآلي في هذا المجال كمهارة أساسية يجب اكتسابها في مرحلة التعليم الجامعي .

- ضرورة التدريب على احدث برامج الحاسب الآلي وتطبيقاتها للوصول لأفضل النتائج .

- مرعاه إذا كان المبنى جديد لابد من دراسة جيدة للمناخ والموقع ومواد البناء والبيئة المحيطة, ما إذا كان معالجة لمبنى قائم بالفعل فلابد من الدراسة الجيدة للمعالجات الحديثة وتطبيقها بالشكل الملائم ,

- استبدال الإضاءة الصناعية بمصابيح موفرة للطاقة،هي تعتبر أغلى ثمنا لكنها أطول عمرا واقل استهلاكا للطاقة بحوالي 75% لأنها لا تستهلك طاقة كبيرة في تسخين الفتيل كما أنها لاتفقد معظم طاقتها كطاقة حرارية .

يراعى في توزيع الإضاءة أن تستخدم المصابيح عالية الإضاءة في أماكن العمل الدقيق والمصابيح المنخفضة في أماكن غير هامة (إضاءة موجهة) .

- يمكن استخدام أساليب التحكم في الإضاءة مثل المصابيح عالية الكفاءة أو مصابيح لها نظام متكامل مع الإضاءة الطبيعية (باستخدام خلايا ضوئية) .

- الصيانة والنظافة للمصابيح تزيد من كفاءتها بقدر 20% .

- استغلال الضوء المنعكس للحوائط والأسطح قد يخفض عدد من الوات للمصابيح وبذلك تنخفض الطاقة .

- دراسة الحمل الحراري الصادر عن التجهيزات من المعروف أن التجهيزات الخاصة بالمعامل تصدر قدر من الحرارة للبيئة فمن الضروري حسن اختيار الأجهزة الكفء لتقليل الحمل الحراري ودراسة استراتيجية التهوية وطرق العزل.

- دراسة الحمل الحراري الصادر عن الإضاءة الصناعية فان جزء من الطاقة المستهلكة في الإضاءة يتحول إلى طاقة حرارية بالتوهج الحراري وهو يقابل حوالي 80% من طاقة التحول للإضاءة مقابل 50% المتحول للإضاءة وبعد وقت محدد الطاقة المختزنة في المواد المحيطة تشع مرة أخرى في الفراغ مما يزيد من حمل التبريد والاستهلاك في الطاقة.

(ملحق (1))

دراسة تحليلية لحالة دراسية مصرية

مشروع مبنى الضيوف بمدينة انشاص العلمية

لمشروع مقام في مدينة انشاص العلمية التابعة لهيئة الطاقة الذرية .

المشروع يعتبر تصميم معماري بيئي نموذجي تم فيه تحقيق التصميم البيئي من حيث التصميم البيئي الجيد بتحقيق أهم عناصر التصميم البيئي المرشد للطاقة من تصميم ،مواد بناء ، استخدام الطاقات الطبيعية المتجددة لتحقيق افضل إضاءة طبيعية وتهوية طبيعية .

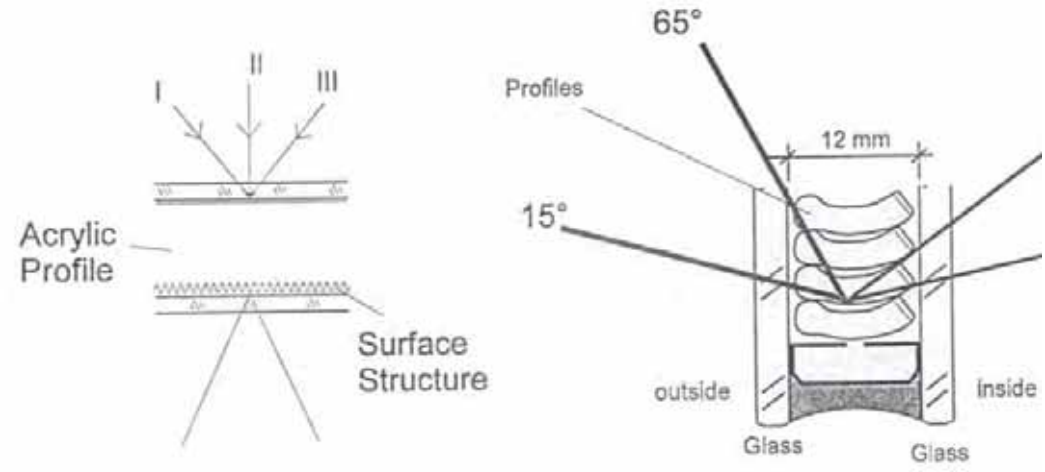
وقد تم استخدام أسلوب التهوية الطبيعي والتظليل باستخدام أسلوب الفناء المفتوح كما يوضحه الشكل التالي

(شكل يوضح الواجهات الشمالية والجنوبية لمبنى الضيوف بانشاص)

شكل يوضح الفناء الداخلي المفتوح

الشكل يوضح المسقط الأفقي للمشروع

وقد تم تطبيق احدث وسائل المعالجات لتصميم الإضاءة الطبيعية باستخدام نوع جديد من الزجاج يعمل على زيادة انعكاس الضوء .

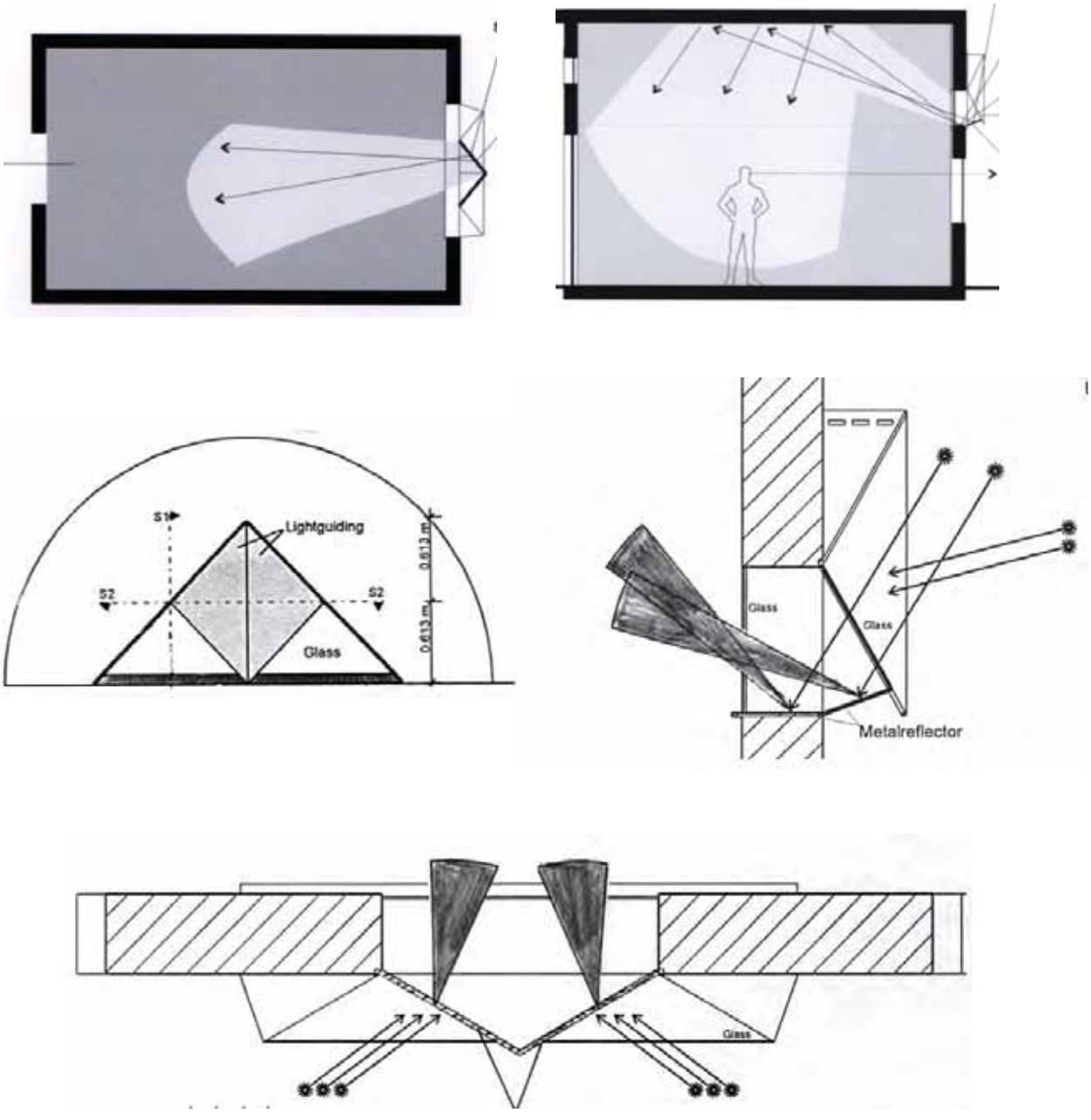


شكل يوضح قطاعا تفصيلي في الزجاج المستخدم في النوافذ

وتم تطبيقه في المشروع على هيئة مثمن يعلو القبة المنشئة أعلى قاعة الاجتماعات وبالقياسات وجد أن هذا النوع من المعالجة قد رفع مستوى الإضاءة بشكل كبير ومتجانس داخل القاعة .

رسم توضيحي لقطاع رأسي في قاعة الاجتماعات يوضح استخداما المثمن الزجاجي لتجميع الضوء الطبيعي

وبالاستناد إلى النتائج التي تم التوصل إليها تم تطبيق نفس أسلوب المعالجة على فتحات الإضاءة الطبيعية المصممة في حوائط الغرف التي تم تغطيتها بالأقبية .



رسم توضيحي للفكرة الأساسية لاستخدام المعالجات لزيادة انتشار الضوء داخل الفراغ المعماري

المراجع

1. العمارة والبيئة فى المناطق الصحراوية الحارة,الطبعة الاولى 2002 ,د. خالد سليم فجال ,دار النشر الثقافية
2. العمارة الخضراء – جهاز تخطيط الطاقة – الدورة التدريبية الاولى 8-10 ابريل 1997
3. المجلة المعمارية (المعمار) – جمعية المهندسين المعماريين المصريين,السنة الثالثة – العددين السابع والثامن 1978
4. الموسوعة الهندسية المعمارية,المستشفيات والمراكز الصحية,الطبعة الاولى 1999,م. محمد ماجد خلوصى
5. الندوة العلمية الثالثة حول الطاقة ومصادرها – دمشق 28-30 اكتوبر 2000
6. سلسلة الامان 115 – منشورات الوكالة الدولية للطاقة الذرية
7. دليل العمارة والطاقة – جهاز تخطيط الطاقة – يوليو 1998
8. رسالة دكتوراه,شريف عبد المنعم الجوهرى – كلية الهندسة – جامعة عين شمس ,2002
9. رسالة ماجستير,ناديه محمود سراج – معهد الدراسات والبحوث البيئية - جامعة عين شمس 2001
10. مجلة عالم البناء – العدد 29 , السنة السادسة 1983
11. مجلة عالم البناء – العدد 36 , السنة السادسة 1987
12. مجلة عالم البناء – العدد 65 , السنة السادسة 1986
13. مجلة عالم البناء – العدد 175 , السنة السادسة 1995
14. منشورات اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربى آسيا , مؤتمر القمة العالمى للتنمية المستدامة – جوهانسبرج,26 اغسطس 2002

15. ASHRAE Fundomentols Handbook 1997, (SI),TABLE 5 , P 29.8
ASHRAE Fundomentals, 1997,Table 11 , p.29.25
15. B.T. Batsford Ltd 4 , Energy Conscious Design , A Primer for Architects LONDON W 1H 0AH .
16. British Standards Institution. Colours for building and decorative pints. LONDON, 1955. British Standard, 266o.
17. BS 3202:1959, Recmmendations on l aboratory furniture and fittings,British Standards Institution,LONDON,1959.
18. *Clarke J A, Hand J W, Janak M, Johnstone C ,"* Energy Systems Research Unit" , Daylight-Europe Project, *August 1997.*
19. Climate Responsive Building , Appropriate Building Construction in Tropical and Subtropical Regions .
20. Daylighting Simulation:,Methods, Algorithms, and Resources, A Report of IEA SHC Task 21 / ECBCS ANNEX 29,December 1999.
21. Department of Scientific and Industrial Resarch. Simplified daylight tables. LONDON,1958. National building studies. Special report,no.26.
22. Department of Scientific AND Industrial Research. A study of the interreflection of daylight using model rooms and artificial skies. LONDON, 1954.National building studies. Research paper,no. 24.
23. Department of Scientific and Industrial Research.The prrdiction of level of daylight in buildings.London,1995.Building Research Station digest,no.8o.
24. Design Note,Department of Education and Science,in press.
25. Elisabeth Gratia ,Ander De Herde , A Siimple Design Tool For The Thermal Study Of an Office Building , energy and building , 34 (2002) 279-289 .

26. Elisabeth Gratia ,Ander De Herde , Design Of LoweNERGY Office Buildings , , energy and building , 35 (2002) 473-491 .
27. Grondzik Walter T., "Environmental Control in Arabian Building",in Washbum Books,ed.,Dahran,1987,p.40-45.
28. Hopkinson, R.G., and Longmore, J. the permanent supplementary artificial lighting of interiors. Trans. Illum. Engng Soc. 24,1959,pp.121-42 .
29. Hopkinson, R.G., LONGMORE, j., AND Petherbridge, P. An empirical formula for the computation of the indirect component of daylight factor. Transillum. Engng Soc. 19, 1954, pp. 201-19 .
30. Laboratories for the 21st Century,Student Design Competition,2003-2004.
31. Llewelyn Davies, R. Design of ersearch laboratories. J.R.Inst. Chem. 8I,1957,pp. 5-15 .
32. M.Bodart, A. De Herde ,Global Energy Savings in Offices Building by the Use Of Daylighting ,energy and building 34 (2002) 421-429 .
33. Mazria Edward, "The Passive Solar Energy Book", Rodale Press, Emmaus Penn.,1978.
34. Monitoring Procedures for the Assessment of Daylighting Performance of Buildings, A Report of IEA SHC TASK 21 / ECBCS ANNEX 29 , February 2001
35. O.H.Koenigsberger,T.G. Ingersoll, A. Mayhew and S.V. Szokolay, Manual of Tropical Housing and building,part 1: Climatic Design,p. 58, Ongman,LONDON,1974.
36. Petherbridge, P. and Hopkinson,R.G. Discomfort glare and the lighting of building. Trans. Illum. Engng Soc. 15,1950,pp.39-71 .
37. Selecting Windows for Energy Efficiency, U.S. Department of Energy
38. The Illuminating Engineering Society.I.E.S.Gode for Lighting in building. LONDON,1955
39. Tips of Daylighting,the Integrated Approach, LBNL 39945.
40. W.R. Ferguson, practical laboratory planning,Applied Science Publishers, LONDON,1973.
41. Webster, A. Safety in the laboratory. Lab. Pract.2,1953,pp. 552-5, 601-4, 655-7.
42. WESTON,h.c. Determination of recommended values of illumination . Commission Internationale De l,Eclairage. Proceedings, 2, Paper O. Stockholm,1951
43. Windows and Offices:A Study of Office Worker Performance and the Indoor Environment, CALIFORNIA ENERGY COMMISSION, October 2003,P500-03-082-A-9.

44. http://ateam.lbl.gov/design-guide/.
45. http://ateam.lbl.gov/Design-Guide
46. http://ateam.lbl.gov/Design-Guide/.
47. http://eande.lbl.gov/btp/.
48. http://gaia.lbl.gov/bda/index.html.
49. http://gaia.lbl.gov/bda/index.html.
50. http://gaia.lbl.gov/iea21/.
51. http://gundog.lbl.gov/index.html.
52. http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/bsi/92_E.html.
53. http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/cbd/cbd-e.html.
54. http://labs21.lbl.gov/.
55. http://oikos.com/resources/searchresult.ssi.
56. http://personal.cityu.edu.hk/~bsapplec/indoor.htm.

57. http://windows.lbl.gov/.
58. http://www.arch.hku.hk/~cmhui/teach/65256-01/index.htm.
59. http://www.arch.hku.hk/~cmhui/teach/65747-X.htm.
60. http://www.arch.utas.edu.au/arch/home.html.
61. http://www.cooldaylighting.com/.
62. http://www.daylighting.org/.
63. http://www.eere.energy.gov/.
64. http://www.efficientwindows.org/.
65. http://www.epa.gov/labs21century
66. http://www.epa.gov/labs21century/conf/conf2001.
67. http://www.epa.gov/labs21century/training/index.htm.
68. http://www.eren.doe/femp/techassist/pdf/029413m_BR_Labs21C.pdf
69. http://www.esctv.4t.com/.
70. http://www.iea-shc.org/task21/.
71. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi.
72. http://www.photometricspro.com/.
73. http://www.sciencedirect.com/science.
74. http://www.sciencedirect.com/sciencea.
75. http://www.squ1.com/site.html.
76. http://www2.aud.ucla.edu/energy-design-tools/.
77. Software: eQUEST
78. Software: eVALUator
79. Software: SkyCalc
80. Software: BDA

. According
to researchers at Lawrence
Berkeley National Laboratories
(LBNL),
For more information, see

Introduction

The last few decades witnessed remarkable progress in science and technology. This progress left its mark on the structure of research centers in the world. This progress made it necessary to reconsider the already existing structures, putting in mind the proper use of energy, building material and designs as well as working on the internal and external walls. All of these factors are designed according to specific architectural measurements, based on the time and place factors. With these factors in mind, new considerations started to appear aiming at providing the right atmosphere for visual comfort to the staff members. Heat was also put in mind. These considerations added to the importance of such studies as the present one.

Research buildings and labs are specifically important for the service they offer to societies. They use more energy than many other buildings. They use special research appliances that require enough ventilation and lighting. They also produce radiation more than other buildings. These research centers and labs may include:

Offices for research work

Labs for scientific measurements and experiments

Libraries and lecture rooms with facilities

Computer labs

Meeting rooms

Stores.

Architectural designs are meant to provide the ideal atmosphere for such research units. It usually provides good lighting and ventilation as well as the use of the proper material for building. Architectural environmental designing is thus the art of providing the proper use of the above mentioned factors to produce an ideas building which will function properly and which will save energy. It will also protect workers and environment. It was noticed that this kind of study in necessary for the saving energy and protecting the human factor as well as the buildings and environment. It aims at saving energy through the proper use of the natural sources of energy. This proper use of natural energy is achieved through the proper designs of the right position of the building itself. It is also achieved through storing solar heat and using in a the right way.

The Problem and the Motives for the Study:

The thesis aims at dealing with two problems:

1) The deficiency existing in designing the radiation research centers.

2) The high rate of the consumption of energy which costs a lot.

We need highly efficient research buildings which meet the needs of development as well as the needs of those who work there. Putting these considerations in mind prior to the actual building of the research center saves a lot of efforts, time and funding. Designing the right ventilation openings, the quality of the glass used for windows and the right

direction of the building and the openings will, for positively affect the level of lighting and the costs. They will also affect the productivity of the institution and the health of the workers. These considerations will be determined on the basis of the weather, environment and the workers' conduct.

The Aim of the Study:

This study aims at reaching a clear idea of the proper function of research architecture and its developing systems. It also aims at reaching a simple architectural system which helps architects to evaluate the consumption of energy in the research buildings.

The study aims also at putting a code for the relationship between energy consumption at research centers and the structure of the building. It also aims at the application of the system assembled to save energy through the proper use of the natural energy of the solar heat and light. The study also initiating a guide book for the appropriate designing of radiation research centers.

The Importance of the Study:

This study is very important because it provides us with means to the best productivity levels following the advanced research methods.

Applied results:

As a result of this study, a new guide book was composed to help architects understand the architectural designing strategy for building research centers.
New additions were made to the Lawrence Brickley on the internet.
An applied study for one of the research centers in Egypt was written. It aims at saving energy and providing the natural source of solar light and heat.

Methodology:

This study followed different methods according the nature of the research:

1) The Theoretical part:

Surveying previous studies on the topic to study how they dealt with the different considerations of measurements and lighting.

2) The experimental part:

It studies the influence of the architectural designing on the rate of energy use through the use of computer programs and measuring the environmental relationships to lighting.

3) The applied part:

It initiates a new method to help architects through computer programs to evaluate energy use and to improve the lighting conditions through applying it to a radiation center in Egypt. It reaches the conclusion that there is a strong relationship between the good structure of a building and the use of energy.

The Scope of the Study:

This thesis limits itself to the study of the influence of the architectural designing on the structure of the research center. It studies the influence of designing a good structure of a research center on the consumption of energy. This will save more efforts, money and will increase the efficiency of the work.

The Results of the research:

This research reached the following conclusions:
The importance of energy and environment in designing research centers.
Constructing a new design to get the highest lever of natural lighting and the minimum of non-natural energy all year round. This will save funding and efforts and will give better productivity results.

الحمد لله

"THE ENERGY REDUCING ARCHETECTURAL DESIGN OF RADIATION RESEARCH BUILDING"

BY

NADIA MAHMOUD AHMED SIRAG

B.Sc. Fine Arts College (Interior Design) Heloan University,1990
Diploma in Environmental Engineering Sci., Ain Shams University,1997
Master in Environmental Engineering Sci., Ain Shams University,2001

A Thesis Submitted for the Doctor of Philosophy In Environmental Science

Department of Engineering Science
Institute of Environmental Studies and Research Ain Shams University

2005

APPROVAL SHEET

"THE ENERGY REDUCING ARCHETECTURAL DESIGN OF RADIATION RESEARCH BUILDING"

BY

NADIA MAHMOUD AHMED SIRAG

B.Sc. Fine Arts College (Interior Design) Heloan University,1990
Diploma in Environmental Engineering Sci., Ain Shams University,1997
Master in Environmental Engineering Sci., Ain Shams University,2001

This Thesis Towards the Doctor of Philosophy Degree In Environmental Science, Department of Engineering, has been approved by:

Prof.Dr. MOHAMED REDA KAMEL
Prof.Dr. Architecture Engineering – Faculty of Engineering Cairo University

Prof.Dr. AHMED MOURSY AHMED
Prof.Dr. Radiation physical - Department of Physics, Faculty of Girls for Art, Science and Education, Ain Shams University

Prof.Dr. MAGDA EKRAM EBAAD
Prof.Dr. Architecture Engineering, Institute of Environmental Studies and Researches Ain Shams University

Prof.Dr. ALY ISLAM METWALLY ALY
Prof.Dr. Chemical Engineering, and President of the Atomic Energy Authority

Dr. MAHMOUD EBRAHIM HWAHY
Prof. Assistant Biology Sci,Institute of Environmental Studies and Researches Ain Shams University

"THE ENERGY REDUCING ARCHETECTURAL DESIGN OF RADIATION RESEARCH BUILDING"

BY

NADIA MAHMOUD AHMED SIRAG

B.Sc. Fine Arts College (Interior Design) Heloan University,1990

Diploma in Environmental Engineering Sci., Ain Shams University,1997

Master in Environmental Engineering Sci., Ain Shams University,2001

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Doctor of Philosophy In Environmental Science

Department of Engineering Science Institute of Environmental Studies and Research, Ain Shams University

Under The Supervision of

Prof.Dr. MAGDA EKRAM EBAAD

Prof.Dr. Architecture Engineering, Institute of Environmental Studies and Researches

Ain Shams University

Prof.Dr. ALY ISLAM METWALLY ALY

Prof.Dr. Chemical Engineering, and President of the Atomic Energy Authority

Dr. MAHMOUD EBRAHIM HWAHY

Prof. Assistant Biology Sci,Institute of Environmental Studies and Researches

Ain Shams University

الحمد لله