التصميم البيئي للمنشات الصناعية

د. بهجت رشاد شاهين
جامعة بغداد/ قسم الهندسة المعمارية

رلى ظافر داوود سليمان
ماجستير هندسة معمارية

ملخص البحث :

يهدف هذا البحث الى دراسة التصميم البيئي للمنشات الصناعية . ولتحقيق هذا الهدف قسم البحث الى محورين رئيسيين . ركز الاول على دراسة التصميم المستدام و علاقته بالتصميم البيئي للمنشات الصناعية من خلال التعرف على مفهومه , و اهم قضاياه التي انعكست في دوافع الاهتمام بالتصميم البيئي للمنشا الصناعي و التي ترتبط بمشاكل العالم البيئية اليوم المتمثلة بالتغير المناخي و الاستهلاك المتزايد لمصادر الطاقة غير المتجددة و ترك مصادر الطاقة المتجددة . لينصب المحور الرئيسي الثاني بدراسة بعض نظم التصميم الطبيعي في المصانع و التي تشمل التبريد و التدفئة و الاضاءة و التظليل و استخدام خلايا توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية . ثم يختتم البحث باهم النتائج التي توصل اليها و التي تمثلت :

التفعيل الافضل لمقومات البيئة الطبيعية ضمانة اكيدة لنجاح المنشا الصناعي

Environmental design for industrial building

Rula Dhafir Dawood Suleiman
Master of Architectural Engineering

Dr. Bahjat Rashad Shahin
University of Baghdad / Department of Architectural Engineering

Abstract:

The aim of this article is to study the Ecological design of industrial buildings. To achieve this, the article was divided into two parts. The first one concentrates on the study of sustainable design and it's relation with the ecological design of industrial building through understanding the concept and its main topics which was reflected on the motives behind the interest in the ecological design of industrial building and it's relation with the world ecological problems today . Best represented by the climatic change and the increase in the rate of consumption of the unsustainable energy sources and the neglecting of sustainable energy resources. The second part concentrates on the study of same natural design system at factories which include cooling, heating, lighting, shading and the use of photovoltaic cells. The study includes the main results achieved.

1 - التصميم البيئي للمنشات الصناعية:

مدخل :

ينجز تصميم التدفئة والتبريد والاضاءة للابنية الصناعية في ثلاثة مستويات :

• **المستوى الاول** : ويسمى (المبادىء الاساسية للتصميم – **Basic Building Design**) ، ويشمل التصميم المعماري للبناية الصناعية نفسها للتقليل من فقدان الحرارة الى ادنى حد شتاءا ، والتقليل من كسب الحرارة الى ادنى حد صيفا ، واستخدام الاضاءة بشكل فعال . وفي هذا الجانب يمكن ان تؤدي القرارات التصميمية غير المدروسة الى مضاعفة حجم التجهيزات الميكانيكية والحاجة الى ثلاث اضعاف .

• **المستوى الثاني** : ويسمى (النظم الطبيعية او الذاتية – **Passive systems**) ، ويتضمن استخدام الطاقات الطبيعية من خلال هذه الوسائل ، وهي نظم التبريد والتدفئة والاضاءة الطبيعية . تستطيع القرارات التصميمية الملائمة في هذه النقطة بشكل كبير ان تقلل من المشاكل غير المحلولة في المستوى الاول .

. و يتحقق كلا المستويين الاول والثاني بالتصميم المعماري للبناية الصناعية نفسها .

• **المستوى الثالث** : ويسمى (النظم الميكانيكية – **Mechanical Systems**) ، وتتكون من تصميم التجهيزات الميكانيكية والتي تستخدم في الغالب مصادر الطاقةغيرالقابلة للتجدد (**unrenewable energy resources**) ، لمعالجة المتطلبات المتبقية بعد ان تم الاخذ بنظر الاعتبارالمستويين الاول و الثاني قدر الامكان .

ان اعتماد الاصول التصميمية الموجهة والنظم الطبيعية في استخدامات الطاقة من خلال الانفتاح او الحجب ومبدا السيطرة على التحرك الهوائي وتنظيم الانارة الطبيعية يمكن ان يقلل بسهولة (50%) من حجم المدخلات الميكانيكية في تصميم المنشات الصناعية ، والتي ممكن ان تصل لاكثر من ذلك في حالة اعتماد مبادىء التصميم البيئي بشكل صحيح .

1 - التصميم المستدام وعمارة المصانع Sustainable Design & Industrial (Architecture) :

اولا / تعريف التصميم المستدام :

عرف المؤتمر العالمي للمعماريين الاستدامة (**Sustainability**) ، على انها : " تعني ان يوفي الجيل الحالي حاجته من دون التشكيك بقابليات الاجيال المستقبلية في ان يوفوا احتياجاتهم " . اما المجتمع المستدام (**Sustainable Society**) : " هو المجتمع الذي يجدد ، ويحفظ ، ويدعم الطبيعة والحضارة ، لاجل فائدة كل الحياة في الحاضر والمستقبل " , **(Wiley,2001)** , **(Edgaim,2000)** .

من خلال الدراسة التي قام بها البحث وجد ان التعريف الاخير هو الاقرب لتحقيق هدفه وذلك من خلال حث النخبة في المجتمع والمعماريين خصوصا على توجيه الاسلوب المعتمد في تصميم المنشا الصناعي وجعله يتحرك ضمن اطار بيئي لتحقيق الفائدة الشاملة ، من حيث توفير بيئة مناخية داخلية مريحة تساهم في رفع كفاءة الاداء للعاملين ومن ثم على نوعية الانتاج وبالتالي على مجمل كفاءة العملية الانتاجية .

اوجدت طرق عدة لوصف التصميم المستدام **(Sustainable Design)** , **(Wiley,2001,)**.، استحثت واحدة منها استخدام ما يسمى بال **(Rs)** ، او مباديء (التوجيه الرباعي في اعادة التطوير) ، وهي :-

(1) **REDUCE** ، (التوجيه في تخفيض الاستخدام) .

(2) REUSE ، (التوجيه في اعادة الاستخدام الوظيفي) .

(3) RECYCLE ، (التوجيه في التكرار والتدوير) .

(4) REGENERATE ، (التوجيه في اعادة التصنيع) .

وسيركز البحث هنا على المعنى الضمني لاعادة التوجيه في تخفيض الاستخدام.

ثانيا / قضايا التصميم المستدام (Sustainable Design Issues –) :

وتشمل زيادة الاهتمام بجوانب البيئة للمباني والمباديء العشرة المهمة في قضايا التصميم البيئي ، والتي تتصدرها قضية حفظ الطاقة وبناء ابنية ذات استخدام كفؤ للطاقة ، وبضمنها الابنية الصناعية باعتبارها المسؤول الاول عن سخونة الكوكب (Global Warming) ، وتتضمن ما يلي :- (Wiley,2001) ...

(1). حفظ الطاقة Save Energy .

(2). الانتفاع من الابنية الموجودة والبنى التحتية و تطويرها Recycle Buildings .

(3). اقامة مجمعات متقاربة وتقليل الاعتماد على المركبات ، وتقوية الحس الاجتماعي .

(4). تحسين التصميم ، والاستفادة من اصغر الفضاءات ، والانتفاع من المواد بكفاءة (Reduce Material Use) .

(5). حفظ و تجديد النظم الطبيعية المحلية والتنوع الحياتي (Protect or Enhance the site) .

(6). التصميم لاجل المتانة والتكيف (Maximize Longevity) .

(7). اختيار مواد ذات تاثير منخفض على البيئة (Select Low – Impact Materials) .

(8). تصميم الابنية والاراضي التي تستخدم المياه بكفاءة (Save Water) .

(9). اعادة تصنيع بقايا العمل الموقعي، وممارسة الحس البيئي في تصميم الابنية (environmentalism) Minimize Construction & Demolition Waste.

(10). تقليل تاثير الاعمال التصميمية على البيئة ، و زيادة دخول البيئة النباتية الى الفضاءات المصنعية (Green up your Busines). (Wiley,2001) .

ثالثا / دوافع الاهتمام بالتصميم البيئي للمبنى الصناعي :

(أ) التغير المناخي (Climate Change) :

قدم تقرير عن التغير المناخي في عام (1995) (Wiley,2001) , قائم على عمل اكثر من (2500) عالم من اكثر من (60 دولة) ، يتضمن مايلي : " ان الادلة الثابتة تشير الى حقيقة التاثير البشري الواضح على المناخ العالمي " . كما اشار التقرير ايضا الى ان الارض قد سخنت مسبقا او دفئت الى ($2F^{\circ}$) ، وان درجة حرارة الهواء على افضل تخمين سوف تزداد ($2F^{\circ}$) اخرى وصولا الى($6F^{\circ}$) ، في المئة سنة المقبلة .

والسبب في ارتفاع درجة حرارة الكوكب (Global Warming) هو الزيادة في الغازات المتسربة والمتمثلة بغاز (ثاني اوكسيد الكاربون – CO2) ، الناتج عن احتراق النفط والفحم والزيت النفطي والغازات الطبيعية الاخرى ، (Santamouris,1999) .

واكثر سنة حارة سجلت كانت سنة (1997) ، ومن بعدها سنة (1998) . وقد ارتفع التامين الصحي الصناعي لاربع مرات من خلال الكارثة المتعلقة بتلوث الهواء في عقد التسعينات ، كما فعل سابقا في عقد الثمانينات. (Abdual-Salam,2001) ، (Sacks,2004) .

يستنتج البحث انه مثلما ستحتاج الارض لوقت طويل حتى تسخن ، سوف تاخذ وقت طويل حتى تبرد . فمن المعروف ان ارتفاع درجة حرارة الكوكب هو حقيقة واقعة , وان مشكلة خطيرة سوف تحدث ، الا ان عدم معرفتنا بحجم المشاكل لايعني عدم تحركنا من الان ، وكما قال عالم الطبيعيات البارز (البرت بارتليت - Albert A. Bartlett): "يجب ان نميز ان من غير المقبول ان نؤسس مستقبل كوكبنا على شعار (الشك وعدم المعرفة الذي يدعو الى عدم المغامرة بالتحرك)."

لذا فان تقليل الاعتماد على الوقود العضوية او المستحثات الحيوية (fossil fuel) ، والغازات الاخرى امر ضروري , ليس فقط من اجل تقليل سخونة الكون , ولكن هذا العمل سيهيئنا لليوم الذي يستنفذ فيه النفط ويكون قد استخدم بشكل نهائي .

(ب) <u>الميول لاستخدام الطاقة بشكل متصاعد</u> :

كاستخدام نظم التبريد في الابنية التي احدثت الغازات المستعملة بها ثقبا في طبقة الاوزون ، وهو مثال اخر للتغيير الخطيرغير المرغوب فيه للغلاف الجوي كنتيجة غير مباشرة , بسبب جزيئات غاز (الكلوروفلورو كاربون - CFCs) ، والتي اخترعت لتوفير الامان , لكونها غازات خاملة تستعمل في مكيفات الهواء وعلب الدهان , فكانت تعتبر الغاز المفضل لمثل هذه الاجهزة ، لانه عندما تتسرب هذه الغازات بقوة من علب الدهان ومن اجهزة التبريد ، فانها تغادر ببطء وبفعالية الى اعلى الغلاف الجوي حيث تتحول و باسلوب محزن من غازات خاملة غير فعالة الى غازات فعالة ، حيث يستهلك غاز (CFCs) طبقة الاوزون الحامية وربما على مدى خمسين سنة قد تدمر طبقة الاوزون الحامية بالكامل ، او تستنفذ جزيئات الغاز نفسه ، فجاءت نتيجة هذه الظاهرة اتفاقية مونتريال في عام (1987) والتي دعمتها الولايات المتحدة ، اذ طالبت فيها الدول بوقف انتاج غاز ال (CFCs) على مراحل . **(Citherlet,2001)** .

يرى البحث انه على الرغم من ان المثال اعلاه هو مثال تقليدي عن كيفية ان تكون الحلول التكنولوجية في الوقت نفسه مصدرا لمشاكل جديدة ، الا انه مثال جيد لاتحاد العالم وتعاونه في انقاذ البشرية والذي استطاع وبسرعة الاستجابة لمشكلة حقيقية وخطيرة , وكما حدث الان في اتفاقية (كيوتو) لتقليل التلوث المنبعث من الدول المتقدمة صناعيا والتي تم التوقيع عليها اخيرا في عام (2005) . فالنجاح بطيء في مجال السيطرة على التلوث ،لاسباب متنوعة ، اهمها قصر النظر لادارات بعض الصناعات .

رابعا/ <u>مصادر الطاقة (Energy Sources) :</u>

تقسم كل مصادر الطاقة الى فئتيين رئيسيتين هما المتجددة **(renewable)** ، وغير المتجددة **(nonrenewable)** .

تشمل المصادر غير المتجددة **(nonrenewable sources) :-**

(1) وقود المستحثات الحيوية Fossil fuels ويمثل:

(أ) النفط oil .

(ب) الغاز الطبيعي Natural gas .

(ج) الفحم Coal .

(2) الطاقة النووية Nuclear .

(أ) الانشطارالنووي Fission (مثال: القنبلة الذرية اوالمفاعلات النووية)

(ب) الانصهار او الاندماج النووي Fusion (مثال: القنبلة الهيدروجينية , مفاعلات الاندماج النووي وهي لازالت في مرحلة البحث) . **(Peneva,1998)** .

اما المصادر المتجددة **<u>(renewable sources)</u>** **<u>، (موضوع البحث)</u>** ، فتشمل :

(أ) الطاقة الشمسية **(Solar Energy)** .

(ب) طاقةالرياح (Wind Energy) .

(ج) طاقة الكتل الحيوية (Biomass Energy) .

(د) طاقة المياه, او الطاقة الكهرومائية (Hydroelectric Energy) .

(هـ) الطاقة الحرارة الجوفية (Geothermal Energy).

(و) غاز الهيدروجين (Hydrogen) .

هذه المصادر المتجددة كلها تتقاسم الاصل المهم جدا في كونها قابلة للتجدد , وكونها لاتشارك في الارتفاع الحراري للكون فالاشعة الشمسية ، والرياح ، والطاقة الكهرومائية ، والكتل الحيوية او النباتات ، جميعها متجددة باستمرار, لانها جميعها اشكال مختلفة للطاقة الشمسية ، ماعدا المياه الجوفية الحارة فهي من مصادر الطاقة المتجددة الوحيدة التي لاتعتمد على الشمس , (Lei,2002) . **وسيركز البحث على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح فقط لعلاقتها الحميمة باسس التصميم الانشائي للابنية الصناعية .و لمزيد من المعلومات يمكن مراجعة المصدر(رلى ظافر, 2005).**

(آ) **الطاقة الشمسية (Solar Energy) :**

ويستفاد منها بالطرق الاتية :-

(اولا) كاضاءة طبيعية مباشرة (Day lighting) .

(ثانيا) بصورة فعالة في توليد الطاقة الكهربائية من خلايا ال (PVS) , (photovoltaic energy and active solar)

(ثالثا) كتدفئة و تبريد طبيعي (Passive Solar heating & cooling). (Santamouris, 1999) .

وهناك نوعين من المشاكل التي تواجه هذا المصدر وهي مشاكل تقنية وغير تقنية . فالاولى (المشاكل التقنية) , تنشا عن الانتشار المتوفر والمتقطع والتوزيع غير المنتظم للطاقة الشمسية ، علما ان الحلول الذكية لهذه المشاكل (المتعلقة بالحصول على الطاقة الشمسية) ، ساهمت في تقليل (reduce) مجموع الكلف الى حد اصبحت فيه بعض اشكال الطاقة الشمسية اقتصادية في اغلب الحالات (**فتحي,1988**) .

اما المشاكل غيرالتقنية التي تواجه استخدام الطاقة الشمسية فهي تقبلها (The acceptance) , والذي يرجع بشكل اولي الى معتقدات الناس حولها ، وهو انها غير تقليدية ، وتبدو سيئة ، ولاتعمل ، وانها مستقبلية ... الخ . وعلى العكس من ذلك ، فالطاقة الشمسية الى جانب كونها متجددة فهي نوع من انواع الطاقة النظيفة ، حيث لاوجود لنتائج تلوث حراري عنها، او تلوث تربة او مياه او هواء ، وهي ايضا امنة جدا للاستخدام ، فضلا عن كونها مصدر لامركزي للطاقة متوفر لكل شخص وفي كل مكان ، وباستخدامها يقل الاعتماد على مصادر الطاقة المركزية الهشة ، او المحتكرة من قبل البعض . والى جانب كل ما ذكر يضاف اليه ما تعطيه من صور جمالية للعمارة ناتجة عن التصميم الشمسي , (Sciuto,1998).

(ب) **طاقة الرياح (Wind Energy) :**

ويتحقق استخدامها من خلال الدواليب الهوائية (Wind turbines) , التي تدور بقوة الهواء ، وقد استعملت خلال ال (150) سنة الماضية في الولايات المتحدة و غيرها ، حيث استخدمت في ضخ المياه للمزارع والحقول الكبيرة ، وانتاج الكهرباء في مواقع بعيدة قبل ان يتم كهربة الريف في ثلاثينات القرن الماضي . واليوم ، انتعش استخدام دواليب الرياح ، لانها تنتج في وقت واحد طاقة متجددة ونظيفة ، وبنفس كلفة الطاقة التقليدية . فحيثما الرياح وفيرة والكهرباء مكلفة ، تكون طاقة الرياح عندها افضل مصدر للطاقة .(**الشركة العامة للتصميم و الانشاء الصناعي,2001**).

ان مسح الارض الموقعي هنا مهم جدا لتوضيح العوائق والايجابيات ، فالشروط الموقعية للرياح

حرجة نوعا ما ، فقمم الجبال ، والطرق الجبلية ، والسواحل ، في العادة هي مواقع جيدة **(Bark,2001)** . اما بالنسبة لسرعة الرياح فيجب ان يكون الحد الادنى لها سنويا هو (9 ميل / ساعة) , او (4 متر/ ثا) . لذا فالموقع العاصف يحفز لزيادة ارتفاع الدواليب لاقصى حد ممكن في الهواء لتصل الى الاعلى حيث سرعة الرياح اعلى . كما يؤثر قطر المروحة على الطاقة المنتجة من دولاب الريح ، فقطر المروحة بحدود (6.6 قدم) ، كافي لتشغيل جهاز تلفون ، بينما قطر المروحة بحدود (66 قدم) يستطيع توليد كهرباء كافي ل (500 شخص) في ولاية كالفورنيا ، او (1000 شخص) في اوربا , **كما توضحه احد المصادر التطبيقية , (الشركة العامة للتصميم و الانشاء الصناعي,2001).**

المشكلة التي تواجه استخدام هذه الطاقة هو كون الريح غير ثابتة ، والجواب على هذه المشكلة هو ان الطبيعة المتقطعة للريح ليست مشكلة لان تركيب شبكة التشغيل المربوطة تعمل كبطارية عملاقة لخزن وتجهيز الطاقة عندما لاتهب الرياح . والحالة اعلاه تظهر في حالة النظم الوحيدة او غير المتصلة بشبكة لخزن الطاقة, حيث يحتاج عندها لبطارية , لخزن الطاقة.

وقد وجد مؤخرا ان دمج طاقة الرياح مع نظام توليد الكهرباء بخلايا الطاقة الشمسية **(PVS-cells)** في نظام يسمى **(النظام المهجن - hybrid system)** عملية فعالة جدا ، لانها تمثل نظامان يكملان بعضهما . ففي الشتاء ، هناك شمس اقل لكن الرياح اكثر ، بينما في الصيف ، تولد خلايا الطاقة الشمسية **(PVS-cells)** كهرباء اكثر من اشعة الشمس . وقد استخدم النظام الاخير على نحو متكرر, **. (Brown,2001)**

2 - تصاميم النظم الطبيعية Natural System Design:

آ- نظم التبريد الطبيعي Passive Cooling :

ان التبريد الطبيعي يعتمد بالدرجة الاولى على القوى الطبيعية ، والطاقة ، والخزانات الحرارية (الاحواض الحرارية) . وعند استعمال المراوح ، او المضخات (بنطاق ضيق وبطاقة قليلة) فان النظام سيكون مهجنا (**Hybrid**) . هدفه هو (الراحة الحرارية) ، و يعتمد تحقيق هذا على وسيلتين رئيسيتين وهي اما تبريد المبنى ، او رفع نطاق الراحة الحرارية الى درجة حرارة اعلى وباستعمال اكثر الطرق استدامة واستمرارية .

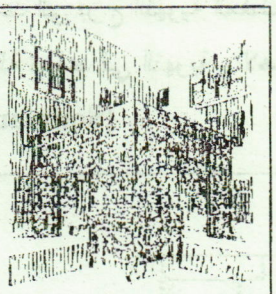
• الستراتيجيات الرئيسة المستعملة في التبريد الطبيعي في الوقت الحاضر هي :

تجنب الحرارة (avoidance) ، والهدف هوتقليل الكسب الحراري في البناية باستعمال :

التظليل , التوجيه , الالوان , العوازل ,الاضاءة الطبيعية (بدل الاضاءة الاصطناعية التي ترفع درجة حرارة الجو الداخلي) , النباتات والتشجير , السيطرة على مصادر الحرارة الداخلية الاخرى . (Lei,2002)

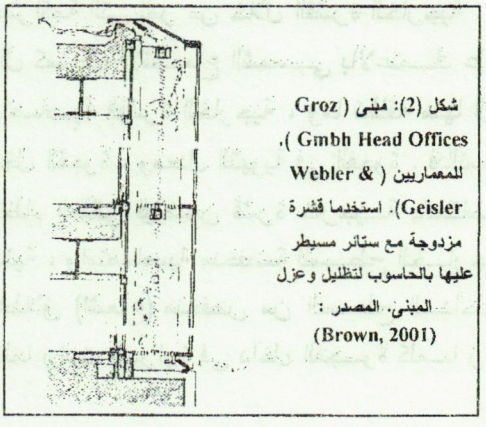
ونذكرفي ادناه بعض الامثلة التي توضح تطبيقات المفردات اعلاه حول تجنب الحرارة والتي يمكن تطبيقها في تصميم المنشا الصناعي ايضا :

- استخدام الفناءات الوسطية المظللة الطويلة المتقاربة (**tall & narrow**) بارتفاع (3-4) طوابق او اكثر حسب ارتفاع مبنى المصنع الانتاجي , **لاحظ شكل (1)** ، **.(Vale, 1991)**



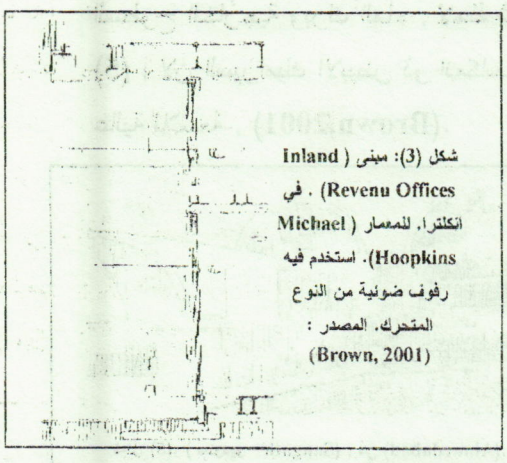
شكل (1): مبنى مركز تجاري للمعمار (Henning Larsens) . في السعودية . استخدم الفناءات الوسطية المغطاة بالنباتات و المطلية بلون ازرق لتجنب الوهج. وظلل النوافذ بالمشربيات . المصدر : (Kadefors, 1995)

- على مستوى النوافذ يتم التظليل والعزل بذات الوقت باستخدام طبقة تظليل بينية , بين طبقتي الزجاج المنفصلتين لتقليل الكسب الحراري , مؤلفة من كاسرات افقية صقيلة مائلة بزاوية مصممة لتصد الزاوية العالية لشمس الصيف ولتعكس شمس الشتاء المنخفضة الى داخل فضاء العمل الصناعي .وخير مثال على ذلك ماجاء في مبنى **(Groz Gmbh)** حيث صممت نوافذ المبنى الصناعي مزدوجة مع نوعين من الستائر مسيطر عليها بالحاسوب المثبت اسفل الستارة ، فتكون الستارة العلوية عاكسة للضوء ، والسفلية معتمة وماصة ومثقبة في نفس الوقت لتقليل الوهج وتوفير بعض المشاهد الى الخارج حينما تكون مغلقة . اما الفجوة فهي لازالة الحرارة الزائدة بالتهوية الطبيعية او بالمراوح عند الحاجة . ويمكن فتح الابواب الزجاجية المتزحلقة الى الفجوة لاجل ادخال الهواء الطلق ,**لاحظ شكل(2)**.



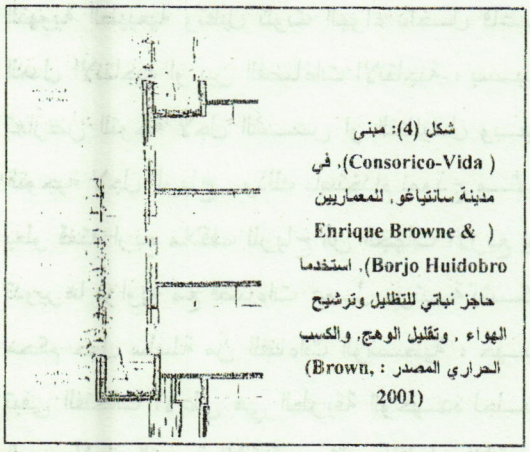
شكل (2): مبنى (Groz Gmbh Head Offices). للمعماريين (Webler & Geisler). استخدما قشرة مزدوجة مع ستائر مسيطر عليها بالحاسوب لتظليل وعزل المبنى. المصدر : (Brown, 2001)

- استخدام الرفوف الضوئية من النوع الثابت او المتحرك لتظلل الزجاج في المبنى الصناعي وتوزع الضوء داخل الفضاء بالتساوي وتقلل الوهج ، **لاحظ شكل (3)** .



شكل (3): مبنى (Inland Revenu Offices) . في انكلترا. للمعمار (Michael Hoopkins). استخدم فيه رفوف ضوئية من النوع المتحرك. المصدر : (Brown, 2001)

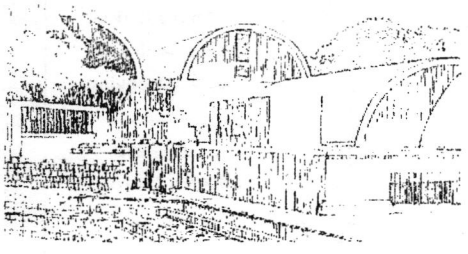
- ، تستخدم النباتات في التظليل بشكل حاجز عمودي بارتفاع (طابقين الى اربع طوابق) ، على بعد (1.5m) عن جدار النافذة الخارجي للفضاء الصناعي لترشيح الهواء ، وتقليل الوهج , والكسب الحراري لغاية(60%) ، **لاحظ شكل (4)** .



شكل (4): مبنى (Consorico-Vida). في مدينة سانتياغو. للمعماريين (Enrique Browne & Borjo Huidobro). استخدما حاجز نباتي للتظليل وترشيح الهواء , وتقليل الوهج, والكسب الحراري المصدر : (Brown, 2001)

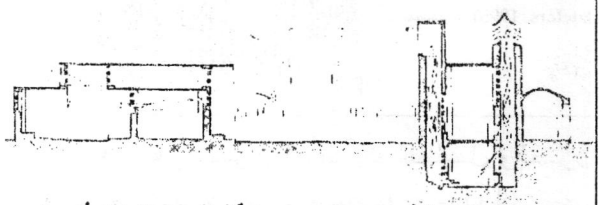
- استخدام الالوان والمواد كوسيلة اخرى لتجنب الحرارة في تصميم المنشا الصناعي ، من خلال توظيف الحقائق المتعلقة بقابلية السطح والمواد على رفض الاشعة الشمسية بعكسها او اطلاقها رجوعا الى البيئة الساخنة التي امتصتها منها كعمل سقوف

المنشا الصناعي من **طبقتين من الكونكريت** مع تجويف بينها مكسو بالطين وانهاء سطوحها ببلاط سيراميك (زجاجي – مكسر) ، ابيض اللون ، فضلا عن السطوح الخارجية وبرك الماء , **لاحظ شكل (5)** , لان السيراميك الابيض ذو انعكاسية عالية للاشعة , **(Brown,2001)**.

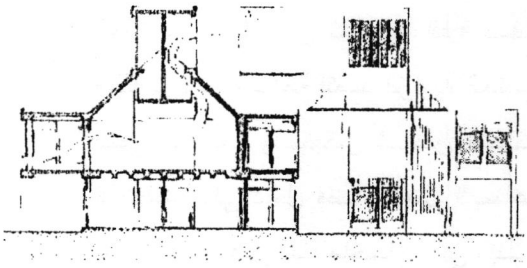


شكل (5): (ستوديو – Sangath) , في (Ahmedabad)، للمعمار(Balkrishna Doshi). وظف المواد لتجنب الحرارة مستخدما السيراميك في انهاء سقوف الاقبية المجوفة لغرض زيادة العزل وتقليل الكسب الحراري. المصدر : (Brown, 2001)

وتذكر اجمالا بعض الحالات لتطبيقات مصممة لعملية التبريد الطبيعي ، وعلى سبيل المثال بالنسبة للتبريد الطبيعي في التجمعات الكثيفة للمنشات الصناعية ، يمكن اللجؤ الى الملاقف الهوائية لتحقيق التهوية الطبيعية وتقليل تلوث الهواء داخل قاعة العمل الانتاجية او بين الفضاءات الانتاجية ، بسبب تعارض التوجه لاجل الشمس او التظليل وبين التوجيه لاجل الرياح , وذلك باستخدام نموذج مثمن يعلو قمته اربع ملاقف للرياح من الجهات الاربع يتم تدويرها بزاوية مع فضاءات عمل مرتبة بشكل محكم حول سلسلة من الفناءات الوسطية ، حيث تبقى الفتحات الاعلى هي الطريقة الوحيدة لجلب الريح لاجل التهوية الافقية ، وتقوم الالواح الافقية في ملاقف التهوية بتوجيه الريح الى الاسفل لتخرج بعدها من الفضاءات المتجاورة الاصغر, كما يمكن استخدام ملاقف التهوية لتوجيه الريح الى مستويين ، احدهما تحت الارض حيث السرداب او فضاءات المكائن او الخزن او الملاجيء في المصانع ، لتخرج مع التيار الصاعد الى برج التهوية المغطى بالواح افقية معدنية مائلة تساعد في التهوية ، **لاحظ الشكل (6)** , **(Soliman,2001)** .



سوق بارز الجديدة في مصر المصمم من قبل المعمار (حسن فتحي)
(The Souk (Market Place) at New-Bariz, Egypt)



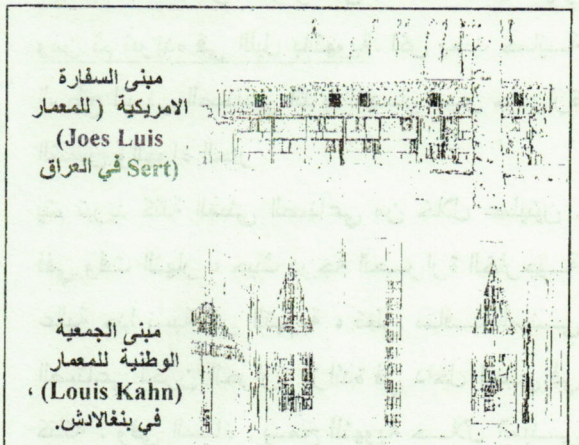
نموذج لمباني جامعة قطر ,(Qatar University) وظفت فيها الملاقف الهوائية مع الفناءات الوسطية

شكل (6): يوضح استخدام الملاقف الهوائية في التجمعات الكثيفة.
المصدر : (Soliman, 2001)

- **على مستوى تصميم سقوف المبنى الصناعي** ، فتستخدم نظم القشرة المزدوجة (**Double – Skin Systems**) ، وهي ستراتيجية لتقليل احمال التبريد ، وتلائم المناخ الحار والاشعاع الشمسي المرتفع صيفا ، وكذلك الواجهات المكشوفة الغربية والشرقية والسطوح ايضا ، فتقوم القشرة الثانوية الخارجية بتوفير الظل الى جدران المبنى الصناعي ، والسقوف او النوافذ ، و كذلك القشرة المصمتةغير الشفافة الداخلية ، بينما تقوم التهوية في الفجوة بين القشرتين بازالة الحرارة المتراكمة التي تمر من خلال القشرة الخارجية . كما تقل كسب الاشعاع الشمسي بالاعتماد على امتصاصية القشرة الخارجية ، وما تطلقه منها الى داخل الفجوة ، ومعدل التهوية في الفجوة . فبالنسبة للنظام المثالي فيتضمن قشرة خارجية بانعكاسية عالية ، وامتصاصية منخفضة للسطح الخارجي , واطلاق (اشعاع) منخفض من السطح الداخلي , فكلما زادت الحرارة في داخل الفجوة كلما زادت

درجة حرارة القشرة الخارجية ، لذا فان زيادة التهوية في التجويف امر مهم جدا , (Baicha,2001).

كذلك يمكن استخدام نفس المبدا لكن على مستوى الجدران ، للحماية من الكسب الحراري ,**لاحظ شكل** (7) .



شكل (7): يوضح استخدام مبدأ القشرة المزدوجة على مستوى السقوف و الجدر. المصدر: . (Brown, 2001)

فضلا عن امكانية استخدام نفس المبدا اعلاه من خلال استخدام الستائر النباتية (**Screen Vegetation**) ، مثل استخدام نبتة اللبلاب (**ivy**) . فعلى الرغم من ان النباتات تمتص نسبة مئوية عالية من الاشعة الشمسية ، لكن الفجوة (بين الجدار الداخلي والجدار النباتي) ستقوم بالتهوية بشكل جيد , بسبب المسافات بين النباتات . اما الخزين الحراري فيشتت بالانتقال و بالتبخر. كما يمكن ان تستخدم النباتات بشكل طبيعي لتغطي سقف المبنى الصناعي ، للتعبير ايضا عن الاندماج الحسي بشكل بيئي طبيعي ، فضلا عن ان العشب الذي يغطي السقوف يمثل فاصلا حراريا جيدا , (Record,1999) .

• **على مستوى تصميم جدران المبنى الصناعي** , تستخدم بصيغة كتلة كبيرة وسميكة لتخزين الحرارة بشكل ملائم للتبريد والتدفئة في ذات الوقت ، و يمكن استخدام الكتلة الحرارية بشكل ماء مخزون في اسطوانات ضخمة، شفافة على طول الجدار الجنوبي للمبنى الصناعي ، موظفا في نفس الوقت تركيب انشائي خفيف الوزن . ولان هذه الحاويات شفافة ، فتنقل معظم الاشعاع وتخزنه في كتل الاعمدة . **(وهنا نلاحظ دور التوجيه مع التقنية المستخدمة)** . (Brown,2001) .

اما التجهيزات الميكانيكية ، فهدفها الوصول الى درجة التبريد المريح عندما يعجز اسلوب التبريد الطبيعي عن ذلك ، نتيجة زيادة الرطوبة ، او تاثير الكتلة الحرارية ، او عدم كفاية الرياح ، او زيادة الحرارة الخارجية وبطاقة منخفضة وباستعمال المراوح او المضخات الصغيرة .

ان دمج اساليب التبريد الطبيعي مع استعمال التجهيزات الميكانيكية ينتج ما يسمى بالنظام المولد او الهجين (**Hybrid**) وهو نظام تكاملي ضروري في المناطق الحارة الجافة , (Baicha,2000) .

التبريد بالتهوية :

(1) – التهوية الطبيعية المريحة : وهي ضرورية داخل فضاء العمل الصناعي . وشروطها:

+ استخدام المراوح فضلا عن النوافذ .

+ تضخيم جريان الهواء عبر المبنى الصناعي .

+ استخدام العازل للمحافظة على ال(MRT) المتوسط الاشعاعي لدرجة الحرارة ليبقى قريبا من درجة حرارة الهواء .

+ الهيكل الانشائي او البناء الخفيف او المتوسط الالوان .

+ ان تكون مساحة النوافذ حوالي (20%) من مساحة ارضية الفضاء , وتفتح على الجدران المواجهة للريح وباتجاه الريح , وعلى ان تكون قابلة للغلق و الفتح خلال الليل و النهار.

وكذلك يتم استخدام ملاقف التهوية السقفية , لتوفر الانارة الطبيعية ، والتهوية الطبيعية, (Santamouris,1999) . **ومثل هذه التقنية يمكن تطبيقها في المنشات الصناعية التي تستخدم**

المياه بشكل اساسي في عملها الانتاجي لتقليل الرطوبة مثل معامل الجلود للدباغة , حيث تعتبر هذه التقنية في هكذا مواقع ملائمة جدا .

(2) – اساليب التبريد بالتدفق الليلي (Night Flush Cooling) :

يكون اكثر فاعلية في الحالات التي يكون هناك فرق كبير بين درجة الحرارة ليلا ونهارا . يستعمل الهواء البارد الليلي لدفع الحرارة خارجا وتخفيف درجة حرارة المبنى الصناعي (الكتلة الحرارية) ، حيث ستكون بمثابة خزان حراري (تم تبريده ليلا) ، ليعمل على تبريد جو المبنى الصناعي في اليوم التالي . ويجب ان ينساب الهواء البارد فوق الكتلة مباشرة . ولزيادة الكفاءة يمرر الهواء خلال قنوات داخل كتلة الهيكل الانشائي للمبنى الصناعي . يكون عمل النظام على مرحلتين , الاولى التهوية الطبيعية بدون او مع المراوح لجلب الهواء الخارجي البارد ليلا . اما في النهار ، فتغلق النوافذ لمنع دخول الهواء الخارجي الحار والسماح للكتلة الحرارية او الخزان الحراري ليعمل على خفض حرارة المبنى داخليا، وفي حالة ارتفاع الحرارة الداخلية فوق نطاق الراحة الحرارية (**Comfort Zone**) يتم الاستعانة بالمراوح الداخلية .

ويمكن تخفيض تاثير كمية الكتلة الحرارية باستخدام تقنية تجنب الحرارة **heat avoidance** بواسطة (النوافذ المظللة جيدا و العوازل الحرارية و الالوان الفاتحة) **(Brown,2001)**

.

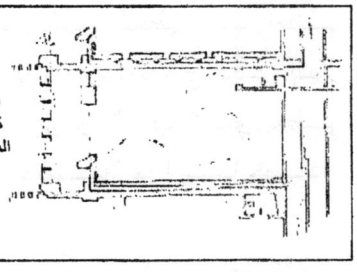
التبريد بالاشعاع (Radiation Cooling) :

كل المواد لها القابلية على امتصاص الطاقة الاشعاعية , وعندما يكون الجو الخارجي بارد (في الليل) ، فان كمية الطاقة المشعة من السماء اقل بكثير من الطاقة المشعة من الجسم (المبنى) والعكس صحيح عندما يكون الجو حارا (في النهار) ، وتعمل سطوح المباني كمصدر للاشعاع. و طرق التبريد بالاشعاع هي :

(1) – التبريد بالاشعاع المباشر :

• يتم بتوظف كتلة المبنى الصناعي ككتلة حرارية تستخدم لامتصاص الحرارة من الفضاء خلال النهار ومن ثم تبريده في الليل بالتهوية. لكن يجب حماية السطح للمبنى الصناعي اثناء النهار من حرارة الشمس والهواء الحار .

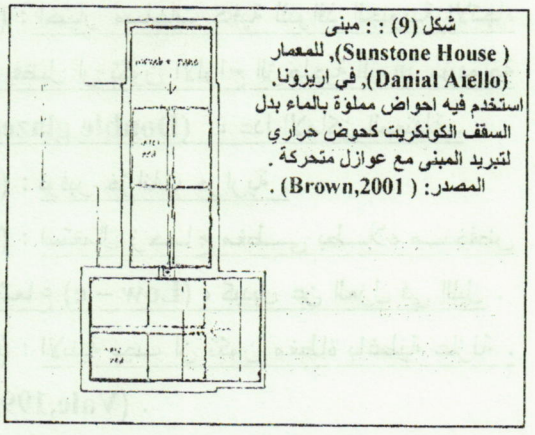
يتم تبريد كتلة المبنى الصناعي من خلال عمليتين , ففي وقت النهار ، حيث درجة الحرارة الخارجية عالية جدا نسبة الى التهوية ، تغلق منافذ المبنى الصناعي لخزن الحرارة الزائدة في داخل المبنى في كتلته . وفي المساء , يسمح للتهوية خلال المبنى الصناعي بازاحة الحرارة المخزونة من الكتلة ، حيث يسحب الهواء الخارجي بواسطة مراوح كبيرة ليدفع عبر (انابيب –**ducts**) مجهزة للمبنى الصناعي ، و يوزع خلال حيزموجود تحت ارضيات فضاءت المبنى ، حيث يمكن للهواء ان يبرد الكتلة ، كما يدخل الهواء فضاء العمل من الاسفل بالقرب من النوافذ ، ليتحرك بخط مستقيم رجوعا الى الداخل ليجمع بعدها و يطلق سراحه عبر ابراج التهوية الى الخارج , **لاحظ شكل (8)** .



شكل (8) : مبنى (Eastage building in Harare) , لشركة (Pearce), في زمبابوي. وظف فيه كتلة المبنى كحوض حراري لتبريده . المصدر: (Ferrero,1994,P.161).

وخلال النهار ، يقل تدفق الهواء بمعدل يكفي لتوفير الهواء الطلق ، وتمكين الكتل الهيكلية للمبنى الصناعي من ان تمتص الحرارة من الداخل فضلا عما يكسبه من الغلاف الخارجي . **(Fikry,2001)**.

في بعض الاحيان تستعمل الاكياس البلاستيكية المملوءة بالماء بدل السقوف الكونكريتية كحوض حراري ، وتغطى بعازل متحرك ، حيث يزاح في الليل لكي تبرد الكتلة المائية عن طريق الاشعاع وتعزل في النهار، لكي تعمل كحوض حراري يبرد الجو الداخلي للمبنى الصناعي ، وتفيد هذه الستراتيجية في المناخ الذي تكون فيه متطلبات التبريد مهمة وجوهرية ، الا ان المشكلة هنا ان مساحة البرك الضرورية تقترب الى (100%) من مساحة الارضية ، وكنتيجة يصبح لمساحة خزن الواح العزل وضع مهم جدا (Wiley,2001) . هذه المشكلة يمكن حلها بوضع شرفات للمبنى الصناعي ، حيث تشكل هذه السطوح مساحات لخزن الواح العزل المتحركة , **لاحظ شكل (9)** .



شكل (9) : : مبنى (Sunstone House)، للمعمار (Danial Aiello)، في اريزونا. استخدم فيه احواض مملوءة بالماء بدل السقف الكونكريت كحوض حراري لتبريد المبنى مع عوازل متحركة . المصدر: (Brown,2001) .

(Brown,2001) . الا ان عملية استخدام هكذا طروحات قد تكون مكلفة للمنشا الصناعي . لذا يمكن استعمال الالواح المعدنية المطلية كموصل جيد للحرارة ، فالسطح المطلي يكون مشع كفؤ ويكون موقع العازل من الداخل , حيث يفتح او يزاح ليلا لكي يسمح بالتبريد عن طريق الاشعاع , وفي النهار يغلق العازل . وطبعا يجب ان تكون هناك كتلة داخل المبنى الصناعي تمثل الحوض الحراري.

ان نظام التبريد بالاشعاع لايعمل بكفاءة بوجود الغيوم ، ويعمل بكفاءة جيدة في السماء الصافية والرطوبة المنخفضة كما في الظروف المحلية العراقية. ويصمم هذا النظام بالدرجة الاولى للابنية ذات الطابق الواحد ، وبما ان تاثير التبريد هو قليل ، فيجب استعمال كامل مساحة السطح (Wiley,2001).

(2) – التبريد بالاشعاع غير المباشر :

ان الصعوبات الناتجة عن العازل المتحرك ، ادت الى التحول الى استعمال المشعات الخاصة التي تعمل بالسوائل كمبادل حراري ، وهي مشابهة لتقنية استعمال التدفئة بالطاقة الشمسية ولكن معكوسة.

فتستعمل الصفائح المعدنية المطلية لتبريد الهواء ليلا تحتها والذي سيتم دفعه الى داخل المبنى الصناعي لتبريد كتلته الداخلية . اما في النهار فيتم غلق المروحة ، وكذلك نوافذ المبنى الصناعي كما يتم تحويل الهواء الساخن تحت الصفائح المعدنية الى الخارج **(الشركة العامة للتصميم والانشاء الصناعي,2001)** ، ويمكن استخدام مادة الزجاج بدل الصفائح المعدنية لتوفير الرؤيا الى الخارج من المبنى الصناعي. وتعتمد الحرارة المتوفرة على قيم المقاومة للتزجيج العازل التي تخص الجدار الفاصل ، وعلى مساحته ، وعلى ستراتيجية التهوية . وتستخدم هذه الستراتيجية للتبريد والتدفئة معا , (Bakr,2001).

ب- نظم التدفئة الطبيعية (الشمسية) (Passive Solar) :

يقصد بها الانظمة التي تجمع ، وتخزن ، وتعيد توزيع الطاقة الشمسية بدون الحاجة للمراوح ، او المضخات ، او انظمة السيطرة المعقدة ، وهي تستند على التصميم المتكامل .

تحتوي كل الانظمة الشمسية الطبيعية على مكونين في الاقل : **الجامع** ويكون من سطح زجاجي مواجه للجنوب, **وخازن للطاقة** يتكون عادة من كتلة حرارية كالصخور ، او الماء **(Lei,2002)** . **واعتمادا على هذين العاملين ، هناك عدة انواع من هذه الانظمة ،**

وسيتطرق البحث الى ثلاثة انواع منها و للمزيد من المعلومات يمكن مراجعة المصدر(رلى ظافر,2005) .

اولا- انظمة الكسب المباشر (Direct Gain System):

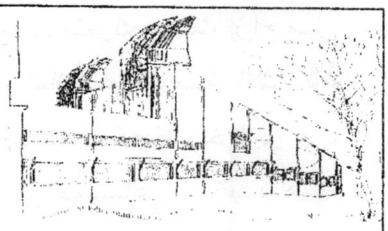
تعتمد على توجيه الشبابيك الى الجنوب ، لانه الاتجاه الوحيد الذي يحقق كسب مباشر ، اما الشبابيك في كافة الاتجاهات الاخرى فهي تفقد اكثر مما تكسب بالشتاء .

ان تقنية البيوت الزجاجية تعمل كصمام بطريق واحد ، فهي تسمح للموجات القصيرة للدخول ، وعندما تمتص من قبل الكتلة البنائية فانها تتحول الى طاقة حرارية تنتشر باشعاع الموجات الطويلة ، هذه الطاقة لايمكنها الخروج من الحواجز الزجاجية او المواد الشفافة الاخرى لانها تنعكس للداخل لتمتص مرة ثانية من الكتلة البنائية .

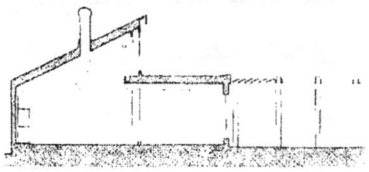
تمتص الكتلة البنائية الطاقة الحرارية وتعمل كحوض و خزان حراري لتعمل على منع زيادة الحرارة في النهار وخزنها للاستعمال الليلي وبهذا فان نسبة الكتلة الى النوافذ الزجاجية الموجهة الى الجنوب هي حرجة , الذي يبين تاثير الكتلة في زيادة وتقليل الكسب الحراري في البيت الزجاجي , **(McCarthy,1997)** .

من الممكن توزيع الحرارة المكتسبة في الفضاءات المواجهة للنوافذ الموجهة للجنوب عن طريق تيارات الحمل الى بقية قاعات العمل في المبنى الصناعي او بواسطة نوافذ موجهة للجنوب موزعة فو ق بقية المبنى الصناعي , **(Hamdy,2001)** .

او بواسطة عاكسات , متغيرة الاتجاهات صيفا وشتاءا ، مسندة بهيكل اطاري حامل لعكس الاشعة الشمسية نحو الاسفل من خلال الانارة السقفية **(Skylights)** ، المستقيمة ، لزيادة نفاذية شمس الشتاء المنخفضة الزاوية الى داخل المبنى الصناعي ،لاحظ شكل(10) **(Bakr,2001)** .



(كافتريا مستشفى أس. ت غوران - Cafeteria of the St. Goran Hospital) , للمعمار رالف رسكن - Ralph Erisken) , في ستوكهولم.



(مركز لين في كوتج غروف , بولاية أوريغون , من تصميم أيكونوكس- The Lane Energy Center in Cottage Grove , Oregon , by Equinox Design , Inc) .

•• اما اهم مؤشرات التصميم

شكل (10) : يمثل استخدام نوافذ سقفية ثابتة او متحركة لادخال الضوء الى داخل الفضاء الصناعي لزيادة التدفئة بالكسب المباشر مع استخدام كتلة المبنى في زيادة او تقليل التدفئة ,المصدر : (Bark , 2001)

لانظمة الكسب المباشرفي الابنية الصناعية :

(1) : اختيار مساحات كافية للنوافذ الجنوبية الاتجاه ، ويفضل ان تكون الالواح الزجاجية للنوافذ مزدوجة **(Double glazed)** ، عدا الاماكن المعتدلة .

(2) : توفير خزانات حرارية .

(3) : استعمال زجاج مغطي بطلاء منخفض الاشعاع **(Low – e)** ، كبديل عن العزل في الليل .

(4) : الابنية يجب ان تكون مغطاة باغطية عازلة . **(Vale,1991)** .

في الحالات التي تكون الاضاءة فيها مرغوبة ، فان مساحة الشبابيك في مناطق الكسب المباشر يجب ان لاتزيد عن 20% من مساحة الارضية , وفي حالات الحاجة لمزيد من المساحة للكسب المباشر دون الاضاءة يمكن استعمال جدران الترومب. **(Bakr,2001)** .

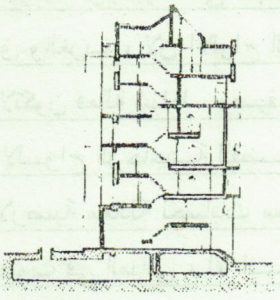
•• ونشير الى بعض مؤشرات تصميم الكتلة الحرارية في المبنى الصناعي :

- في حالة استعمال الكونكريت ، او المرمر للاشعة المباشرة ، يمكن استعمالها بمساحة (3 متر

مربع) لكل (1 متر مربع) من الشبابيك وان يكون سمكها (10 – 15) سم .

– في حالة استعمال الكونكريت ، او المرمر للاشعة غير المباشرة (المنعكسة) ، تكون النسبة (6 متر مربع) لكل متر مربع واحد من الشبابيك ، وان يكون سمكها حوالي (5– 10) سم , وهذه تمثل الحد الادنى ، واي حجم اكبر فانه سيزيد حيز الراحة الحرارية بتخفيض تذبذب الحرارة (Jones,1998).

و يفضل ان تكون الكتلة الحرارية اقرب ما يمكن للارضية ، لاسباب هيكلية وحرارية ، **لاحظ شكل (11)** ، (Lei,2002) .



شكل (11): مبنى(Lutzstrass Apartments) , لمؤسسة الطاقة و البيئة و البناء . يوضح استخدام الجامع للهواء بشكل عمودي , والارضية المجوفة
المصدر : (Lewis,1996) .

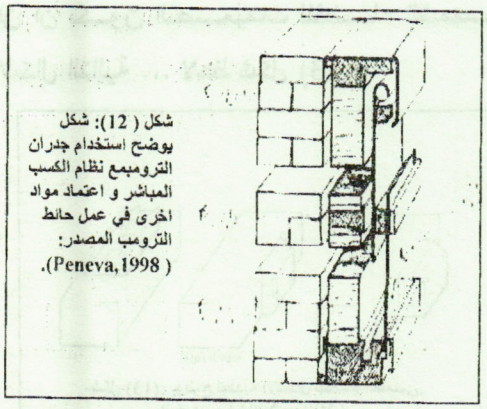
على ان تطلى الكتلة الحرارية لفضاء العمل الانتاجي بلون غامق ، اما السطوح الاخرى فتطلى بالوان فاتحة جدا لتعكس الاشعة الى الكتلة, (Jones,1998) .

ثانيا – نظام جدران الترومب Tromb Walls System :

طور هذا النظام في فرنسا عام (1966) من قبل الاستاذ (فلكس ترومب) . تتكون الكتلة الحرارية من جدار يقع مباشرة خلف الشباك الزجاجي مما يسمح للجدار بامتصاص الطاقة الشمسية بدون السماح للضوء بالدخول للفضاء ، وعادة يطلى وجه الجدار المواجه للشمس بطلاء غامق اسود ، ولان عرض الجدار (حوالي 30 سم) مما يجعل زمن الانتقال الحراري طويلا نوعا ما ، حيث تصل الحرارة الى الوجه المقابل للغرفة مساءا ، ويجعل من الجدار كتلة حرارية مشعة طوال الليل.

ويمكن استعمال نظام الترومب مع نظام الكسب المباشر ، للسماح بالاضاءة والمنظر اثناء النهار، (Jones,1998) , (Wiley,2001) .

ويمكن عمل حائط الترومب من الكونكريت او الطابوق او الطين ، حيث تستخدم المواد ذات الامتصاص العالي للحرارة وانبعاث قليل لها . كما يمكن استخدام بديل متطور وعصري للعازل الحراري الشفاف مثبت خلف الزجاج , وهو ستارة تلتف ببكرة تنزلق للاعلى والاسفل موجودة بين التزجيج والجدار وفي نفس الوقت تظلل بشكل جزئي بواسطة كاسرة افقية كبيرة ، فهذه تعمل على عزل المبنى مساءا لمنع تسرب الحرارة . وايضا يمكن استعمال اكياس النايلون المملؤة بالماء , **لاحظ شكل (12)** .



شكل (12): شكل يوضح استخدام جدران الترومبمع نظام الكسب المباشر و اعتماد مواد اخرى في عمل حائط الترومب المصدر: (Peneva,1998).

ان اضافة حاجز (ستارة) عازلة متحركة خارج الشباك تستخدم كسطح عاكس للاشعة الشمسية ، اما الاغطية المرنة فهي تاخذ مساحة اقل بكثير, (Peneva,1998) .

•• اما المؤشرات التصميمية لنظام جدار الترومب في المبنى الصناعي , هي:

– تكون مساحة الجدار مساوية لمساحة الشباك ، ولكن السمك هو اكبر من انظمة الكسب المباشر .

- لتوفير نتائج جيدة يجب ان يبعد الجدار على الاقل 2.5 سم من زجاج الشباك .

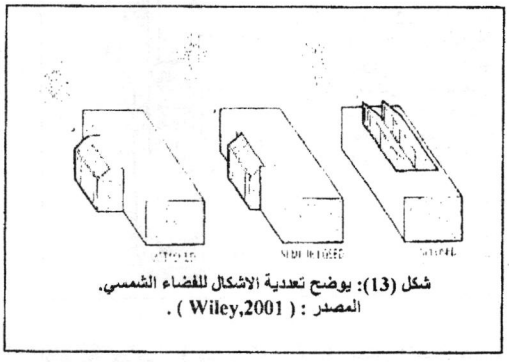
- يجب ان يطلى السطح المقابل للزجاج بطلاء اسود عالي الكفاءة للامتصاص ، بينما يكون الوجه الاخر مطلي باي لون ومن ضمنها اللون الابيض .

- في حالة عدم استعمال طلاء خاص ، يجب استعمال زجاج مزدوج....(Wiley, 2001).

ثالثا - نظام الفضاءات الشمسية (Sun Spaces System) :

مبنى الفضاء الشمسي (Sun Spaces) ، هو غرفة تصمم لجمع الحرارة لغرض تدفئة المبنى ككل ، ولتخدم كفضاء ثانوي للفضاء الرئيسي . تكون الحرارة داخل الفضاء الشمسي متذبذبة بين (30.78 درجة سليزية) في النهار الى (9.6 درجة سليزية) في ليل الشتاء ، لذا فهي ليست مريحة في كافة الاوقات ، ولهذا يجب عزلها حراريا عن المبنى .

يمكن ان تكون التصميمات للفضاء الشمسي بالاشكال التالية ... لاحظ شكل (13) .



شكل (13): يوضح تعددية الاشكال للفضاء الشمسي.
المصدر : (Wiley,2001) .

تنتقل معظم الحرارة المتجمعة من الفضاء الشمسي الى داخل المبنى اثناء النهار من خلال الابواب المفتوحة ، او الشبابيك ، او الفتحات الجدارية ، وبقية الحرارة تمتص بواسطة الكتل الحرارية داخل الفضاء المكونة من الارضية والجدران بصورة مشتركة. في الليل تغلق الفتحات والابواب بين المبنى والفضاء لابقاء المبنى دافئ , كما ان الحرارة الممتصة داخل الجدار المشترك تبقي المبنى دافئ وتحفظ الفضاء الشمسي من الانجماد .

يمكن استخدام الانظمة الثلاثة معا وهي الكسب المباشر، والفضاء الشمسي ، وجدران الترومب , لتكبير منافذ الاشعة الشمسية و زيادة النسبة المئوية للتدفئة المطلوبة المجهزة بواسطة الطاقة الشمسية, (Wiley,2001) .

•• اما المؤشرات التصميمية للفضاء الشمسي في المنشاءات الصناعية, فهي :

- الالواح الزجاجية تكون عمودية وباتجاه الجنوب لتقليل مشاكل تسرب المياه وعدم الحاجة للتظليل .

- استبعاد النوافذ الزجاجية على الجدران المواجهة لجهتي الشرق والغرب ، لان الالواح الزجاجية في هذا الاتجاه لاتكون فعالة شتاءا ، وصيفا .

- مساحة الالواح الزجاجية للفضاء الشمسي بالمقارنة بالارضية معادلة لحسابات مساحة الشبابيك المواجهة للجنوب في المباني ، الا انه في حالة الفضاءات الشمسية يمكن ان تكون اكثر لان السخونة الزائدة لاتؤثر على المبنى الصناعي .

- لمنع السخونة الزائدة من الضروري وضع فتحات تهوية الى الخارج ، وتكون الفتحات السفلية للدخول ، والعليا لخروج الهواء بمساحة (20%) لكل منها من السطح الزجاجي .

- يعتمد حجم الكتلة الحرارية داخل الفضاء الشمسي على استعمالات هذا الفضاء , فان كان الغرض ان يكون فضاء شمسي فقط ، فيجب ان تكون باقل مقدار لكي تذهب معظم الحرارة للمبنى . اما اذا كان تصميم الفضاء الشمسي لكي يكون مكان مفيد ، وللاستعمال فيجب تجنب تذبذب درجات الحرارة بوضع كتلة حرارية مناسبة

- وفي حالة الرغبة في عزل المبنى الصناعي بشكل كامل عن الفضاء الشمسي (في حالات المناخ الحار

جدا) ، فيجب تغطية الجدار المشترك من جهة المبنى بطبقة عازلة . ..... (Wiley,2001)

ج- نظم التظليل (Shading System) :

اولا - قواعد التوجيه لادوات التظليل في تصميم المبنى الصناعي (Orientation of Shading Devices):

(1) - تكون الشمس في الصيف عالية في السماء ، لذا تستخدم الكاسرات الافقية - **horizontal overhang** , للفتحات في الواجهة الجنوبية حيث يكون تاثيرها كبير , وتقريبا عديمة التاثير في التوجهات الاخرى .

(2) - تشرق الشمس في الصيف من الشمال الشرقي وتغرب في الشمال الغربي ، وفي فترات الشروق و الغروب تكون الاشعة الشمسية منخفضة ، وتستعمل في هذه الحالة الكاسرات العمودية .

(3) - في الفتحات الشرقية والغربية تكون زاوية الشمس منخفضة صباحا وفي فترة ما بعد الظهر . لذا يجب تقليل الفتحات في هذا الاتجاه وعلى ان تتم المعالجة بواسطة الكاسرات المتحركة . و عند الضرورة يمكن استعمال كاسرات افقية مع كاسرات عمودية ثابتة (شبكية) . (McCarthy,1997).

(4) - الانارة السقفية (**Skylight**) , يمثل نظام تزجيج افقي ، وهو يواجه الشمس مباشرة وخاصة في الصيف ، لذا يجب تجنبها باتجاه الشرق ، او الغرب , والافضل اختيار اشكال مناور اخرى لاجل الاضاءة الطبيعية غير المباشرة ، والشمس شتاءا من خلال السقف وتسمى (**clerestory**) , والمناور ذات شكل القبة والتي تستعمل مع عاكس مظلل.

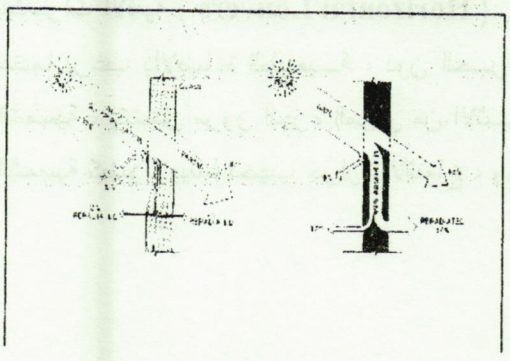
(5) - ادوات التظليل المتحركة (الكاسرات المتحركة) , تستجيب هذه الادوات بطريقة افضل للطبيعة المتغيرة (الديناميكية) للجو . فالحاجة للتظليل تكون اكثر في الفترات الحارة ، بينما نحتاج للشمس في الفترات الباردة لهذا يجب ان يكون التظليل وفق الاعتبارات الحرارية المطلوبة . من الامثلة البسيطة والفعالة هي المظلات (في الشتاء تزاح وتعاد في الصيف) .

استخدام ادوات التظليل المتحركة في المنشاءات الصناعية والتي هي متكيفة للحجب الشمسي في الايام الحارة ، عادة تكون مصنعة الكترونيا . اما تلك التي يحتاج منها ان تكون منظمة لمرتين في السنة فقط تكون عادة يدوية, (Wiley,2001) .

ثانيا- الزجاج كعنصر للتظليل في المبنى الصناعي (Clazing As The Shading Element) :

حتى انقى وارق الالواح الزجاجية لاتنقل الاشعة الشمسية (100%) . والاشعاع الذي لاينتقل هو اما ممتص او منعكس عن سطح الزجاج , والكمية التي تمتص تعتمد على سمك الزجاج ، والمواد المضافة . اما الكمية التي تنعكس فتعتمد على طبيعة السطح ، وزاوية سقوط الاشعاع الشمسي .

يعتمد الامتصاص الحراري في الزجاج على المواد المضافة التي تعطي للزجاج لون فاتح او ظل رمادي. وعلى الرغم من ان الزجاج الملون يقلل من الضوء المنتقل ، لكنه لايقلل من الكسب الحراري كثيرا بسبب ان الاشعاع الممتص يعود ليشع مرة اخرى نحو الداخل . احد انواع هذا الزجاج الملون يسمى بالزجاج (الماص للحرارة - **heat absorbing**) , لانه يمتص الموجات الطويلة للاشعة تحت الحمراء من الاشعاع الشمسي اكثر بكثير من الجزء المرئي . لكن حتى هذا النوع من الزجاج لايقلل من الكسب الحراري الشمسي الا كمية قليلة , **لاحظ الشكل (14)**.(McCarthy,1997).



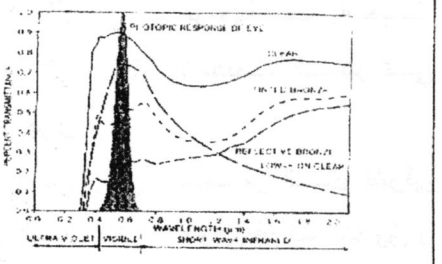
شكل (14): يوضح الكسب الحراري عبر الزجاج الاعتيادي والملون.
المستخدم كوسيلة للتظليل المصدر: (Moore,1993) .

تزداد كمية الاشعة الشمسية المنعكسة من الزجاج بشكل عام بواسطة اضافة غلاف عاكس , حيث يغلف احد سطحي الزجاج بطبقة خارجية معدنية رقيقة والتي تبقى بعض الاشعة الشمسية مخترقة لها. وتعتمد النسبة المئوية للانعكاس على سمك الطبقة . والمرآة ليست سوى طبقة ذات سمك كاف وبذا لن يكون هناك انتقال ضوئي . (الزجاج العاكس- **Reflective glazing**) , يمكن ان يكون فعال جدا في حجز او سد الاشعة الشمسية بينما يبقى يسمح بالرؤيا البصرية نحو الخارج .

على الرغم من كون الزجاج الملون والعاكس يستطيع ان يكون اداة او وسيلة تظليل فعالة ، لكنه لايميز بين الضوء القادم من الشمس والضوء الاخر من المشهد الخارجي , فهو يقوم بترشيح الضوء الخارجي حتى لو كانت الاضاءة الطبيعية مطلوبة . كما انه يحجز الاشعة الشمسية المرغوب بها شتاءا كما يعكس الاشعة الشمسية غير المرغوب بها من الشمس صيفا . وهكذا ، فالزجاج الملون او العاكس غير ملائم عندما تكون الاضاءة الطبيعية ، او التدفئة الشمسية مرغوب فيها . كما انه غير ملائم عندما يراد حجب الشمس فقط ، من دون حجب المشهد , **(Jones,1998)** .

نوع اخر جديد من الزجاج مكون من شرائح متحسس كهروضوئية (**Photo - voltage**) متحدة او مندمجة , والتي ممكن ان يطلب باي زاوية تهيا مسبقا . والنتائج المؤثرة هنا هي مماثلة للكاسرات الافقية (**Horizontal Louvers**).

عندما يرغب بالاضاءة الطبيعية ، دون الحرارة الشمسية ، يتضمن مرور الجزء المرئي من الاشعة الشمسية كضوء , بينما تحجب حرارة الاشعاع ، وهذا هو مبدا العمل . توجد نظم زجاجية " انتقائية للطيف **Spectrally Selective**–", يمكن ان تقوم بذلك ولمساحة محددة , وكما يوضح **شكل (15)** , يقوم الزجاج ذو الانتقاء الطيفي المنخفض " **Spectrally Selective Low- e glazing**" , بنقل الوان ضوء النهار, بسبب انه ينقل كمية و بنسبة عالية من الاشعاع المرئي للاشعة تحت البنفسجية . **(Wiley,2001)** .



شكل (15): يبين ادائية الزجاج الانتقائي للضو" **Spectrally Selective** "
المصدر:(Wiley,2001) .

مستقبلا ، ستكون هناك نظم زجاجية افضل من النماذج الانتقائية "**Selective** ", تعرف بالنظم " المستجيبة – **responsive glazing** ", لانها تتغير في استجابتها للضوء ، الحرارة ، والقوة الكهربائية . تستطيع هذه النظم ان تكون اما من النوع الطبيعي"**passive** ", او النوع الفعال" **active**". فالنظم الطبيعية " **passive** " تستجيب مباشرة للشروط البيئية ، مثل مستوى الاضاءة او درجة الحرارة وهذه النظم هي (الكروميوم الضوئي ، او الكروميوم الحراري – **Photocromics or Thermochromics**) , على التوالي . اما النظم الفعالة " **Active Systems** " , ممكن السيطرة عليها حسب الحاجة وهي تتضمن مثل هذه الوسائل مثل (الكرستال السائل – **Liquid Crystal**) ، و (الذرات المنتشرة – **dispersed Particle**) ، و (الكروميوم الكهربائي – **electro thermo**)

••• وتتضمن اختيارات نوع التزجيج في المنشآت الصناعية مايلي :

(1) يستخدم الزجاج النظيف عندما تكون الحرارة الشمسية مطلوبة شتاءا , (خاصة في الواجهة الجنوبية) .

(2) يستخدم الزجاج العاكس عنما يكون الكسب الحراري للاشعة الشمسية في حالة يجب معها تقليله واستخدام التظليل الخارجي غير ممكن (خاصة في الواجهة الشرقية والغربية) .

(3) يستخدم الزجاج الجديد ذو الانتقائية المنخفضة (**selective low –energy glazing**) , عندما يجب تقليل الكسب الحراري للاشعة الشمسية, لكن تبقى الاضاءة الطبيعية هي مرغوبة واستخدام التظليل الخارجي غير متوفر .

(4) الزجاج الماص للحرارة باللون الازرق المخضر(**Blue – green heat – absorbing glazing**) , او اي زجاج ملون هي بدائل اقل كفاءة من الزجاج العاكس ولكنها ممكنة , (McCarthy, 1997).

ثالثا – وسائل التظليل الداخلية (Interior Shading Devices):

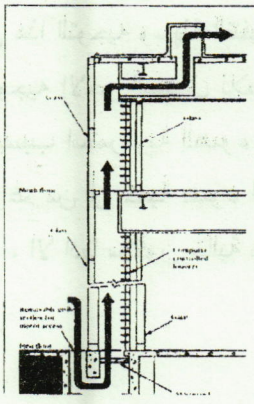
من وجهة نظر (رفض – الطاقة ، – **energy rejection**) ، فان وسائل التظليل الخارجية هي الاكثر كفاءه ، لكن لاسباب عملية عديدة ، نجد عدة وسائل داخلية مؤثرة ايضا ، مثل الستائر (**curtains**) ، بكرات التظليل المتحركة (**roller shading**) ، الستائر بشكل رفوف مدمجة (**Venetian blinds**) ، والابواب المتحركة (**shutters**) ، هي ايضا مهمة , (Wiley,2001).

عادة تكون وسائل التظليل الداخلية اقل كلفة من وسائل التظليل الخارجية , طالما هي لاتحتاج لمقاومة العناصر الخارجية. كما انها قابلة للضبط والتحريك ، والذي يمكنها بسهولة من الاستجابة للتغير في المتطلبات. وبالاضافة الى التظليل ، هذه الوسائل توفر العديد من الفوائد الاخرى ، مثل الخصوصية ، السيطرة على الوهج ، العزل ، وجمالية للداخل .

احد العيوب الرئيسية لوسائل التظليل الداخلية , هي عدم قدرتها التمييز, فهي لاتستطيع حجب الشمس عندما يسمح بدخول المشهد الخارجي ، الشيء الذي يمكن ان تؤديه بكفاءة وسائل التظليل الخارجية . وطالما تحجب الشمس من الجانب الداخلي للزجاج فان الحرارة تبقى في الداخل . وعليه يجب ان يكون الجزء المواجه للزجاج فاتح قدر الامكان (ابيض) لاجل ان يعكس الاشعة الشمسية رجوعا الى الخارج خلال الزجاج قبل ان يتحول الى اشعاع حراري طويل الموجة .

عندما تدمج المظلة الداخلية في عملها مع كاسرة افقية خارجية (**horizontal overhangs**) ، فان المظلة يجب ان تتحرك ابتداءا من عتبة النافذة نحو الاعلى بدلا من ان تتحرك نحو الاسفل من راس النافذة فالجزء الاسفل من النافذة يحتاج الى تظليل اكثر من الجزء الاعلى . وبهذا ، الخصوصية ، وبعض المشاهد الخارجية ، والاضاءة الطبيعية يمكن المحافظة عليها بينما يبقى تظليل الشمس .

الشكل (16) , يوضح احد الانظمة التكاملية في التظليل الداخلي و الخارجي مع ضمان التهوية بين مفردات التظليل لضمان سحب الخزين الحراري المتراكم تباعا, **(Hamdy,2001)**.



شكل (16): يبين نظام التظليل المتكون من طبقتين من الزجاج بينها كاسرات افقية , ليعمل على التظليل, والعزل , عكس الاضاءة نحو الداخل.
المصدر: (Wiley,2001).

د - نظم الاضاءة الطبيعية (Daylight Systems) :

اولا- اهداف الاضاءة الطبيعية :

تهدف الاضاءة الطبيعية اولا ، هو الحصول على ضوء اكثر عمقا داخل المبنى الصناعي لاجل رفع مستوى شدة الاستنارة ، وتقليل درجة تفاوت شدة الاستنارة على طول الغرفة او الفضاء . الهدف الثاني ، هو تقليل او منع الوهج المباشر من النوافذ غير المحمية ، ومن النوافذ السقفية (المنور - Skylight) ، يجعل هذا الوهج الامر اكثر سوءا اذا كانت الجدران المجاورة للنوافذ غير مستنارة (not illuminated) ، ولهذا تظهر تماما مظلمة ، (Fikry,2001) .

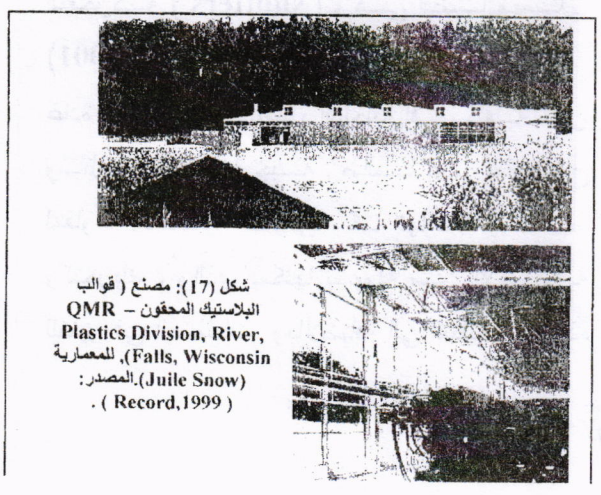
ثانيا - الستراتيجيات الاساسية للاضاءة الطبيعية في المنشا الصناعي Basic Daylight Strategies for Industrial Buildings :

بسبب الفائدة والجدوى من ضوء الشمس المباشر ، فالتوجيه الجنوبي ، هو الافضل للاضاءة الطبيعية ، فالجانب الجنوبي من البناية يحصل على ضوء الشمس بصورة منتظمة في الغالب وعلى طول اليوم والسنة . اما ضوء الشمس الاضافي والممتاز فياتي خاصة في الشتاء ، حيث يرغب عادة بتاثير زيادة التدفئة . كما ان وسائل السيطرة هي تقريبا مؤثرة في هذا التوجيه وسهلة التنفيذ .

التوجيه الاخر المفضل للاضاءة الطبيعية هو الشمال ، بسبب استمرارية الضوء المنتشر وتجانسه ، وعلى الرغم من ان كمية ضوء الشمال هي منخفضة نوعا ما ، الا انها ستكون خالية من الشوائب .

الوجهات الاسوا هي الشرق والغرب ، ليس فقط لان هذه التوجهات تستقبل ضوء الشمس فقط لنصف النهار و يكون في اقصاه خلال الصيف بدلا من الشتاء , بل فضلا عن ذلك بسبب احمال الحرارية العالية جدا والتي يصعب السيطرة عليها في الحجب الشمسي , (Fikry,2001).

تستخدم الاضاءة من خلال السقف في المبنى بطابق واحد او في الطوابق العليا ، حيث تستخدم الانارة السقفية الجانبية من النوع الـ (Clerestory) ، ليكون لها عدة وظائف فيه، حيث تعمل كملاقف تهوية واضاءة صيفا ، وملاقف للاضاءة والتدفئة الشمسية شتاءا . ومثلها قد استخدم ايضا في مصنع (قوالب البلاستيك المحقون - QMR Plastics (Division, River Falls, Wisconsin ، المصمم من قبل المعمارية (جولي سنو- Julie Snow) ، الشكل (17) حيث كانت الاضاءة الطبيعية فيه عنصرا اساسيا في خلق مكان عمل مناسب ، حيث تفيض الواجهات الشمالية والجنوبية بالضوء الطبيعي على ارضية المصنع ، وذلك من خلال امالة السقف الى الاعلى باتجاه الجنوب ليطل برؤيا على المناظر الخارجية ، وبذا قامت المعمارية بخلق علاقة قوية بين الداخل والخارج عبر جلب اكثر لضوء الشمس الى مكان العمل , (Record,1999).



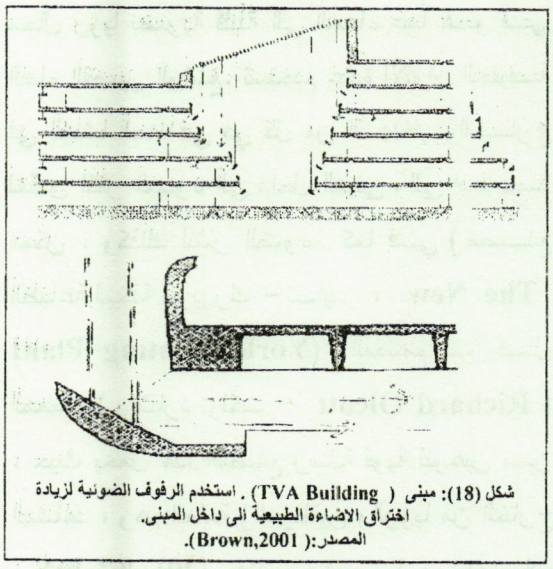
شكل (17): مصنع (قوالب البلاستيك المحقون - QMR Plastics Division, River, Falls, Wisconsin), المعمارية (Juile Snow).المصدر: (Record,1999) .

او قد يتم تحوير الانارة السقفية بشكل قباب لاستخدام الشمس للاضاءة الطبيعية وتقليل الكسب الحراري بذات الوقت.

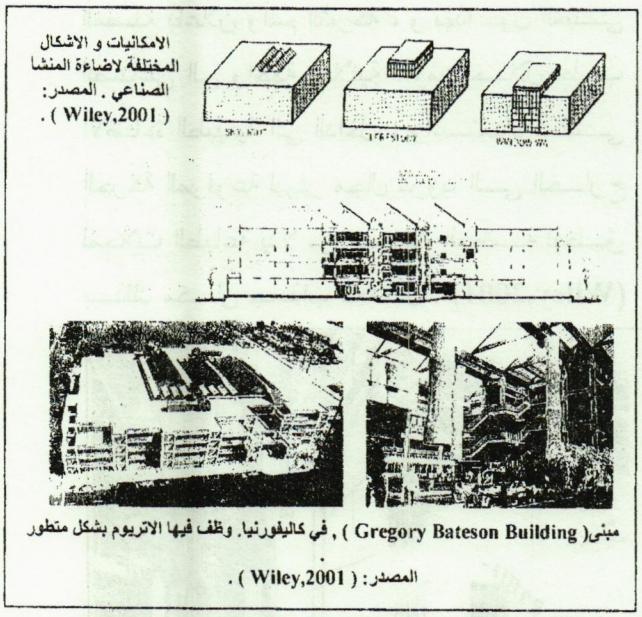
(الاتريوم – **atrium**) ، او الفضاء الوسطي الحديث ، والذي يمكن استخدامه في فضاءات المصانع ، هو بشكل نموذجي فضاء مغلق ويحافظ على درجة حرارته مقاربة للشروط الداخلية . لذا فالابنية مع (الاتريوم) من وجهة نظر حرارية ، هي متضامة، وبنفس الوقت تضمن اضاءة طبيعية مقبولة وواسعة.

اما بالنسبة لمستويات الاضاءة في الفضاءات المصنعية الكبيرة والغرف المجاورة لها وللفناء الضوئي الوسطي (الاتريوم) ، فهي تتاثر بارتفاع وعرض الفناء ، وكمية الاضاءة المتوفرة في مناخ المبنى ، وانعكاسية السطوح الداخلية ، وحجم وتوجيه النوافذ المواجهة للفناء الداخلي ، وتصميم سقف الفناء الداخلي ، والانتقالية في نظام التزجيج ، وستراتيجيات الانعكاس لجدران النوافذ الداخلية **(Vale,1991)** .

اما عن استخدام وتوظيف ستراتيجيات الانعكاس لجدران النوافذ الداخلية فيمكن توظيف الرفوف الضوئية في الابنية الصناعية والادارية لزيادة اختراق الضوء الى داخل الفضاءات الانتاجية في المبنى الصناعي سواء في الاوقات الملبدة بالغيوم ، او في الاوقات التي تكون فيها السماء صافية والشمس منظورة ، **لاحظ شكل(18)**. وهنا ربما يزداد سمك المبنى لاجل زيادة فعالية الاضاءة الطبيعية . **لاحظ شكل (19)** , والذي يمثل احد اكثر الامثلة حداثة وتطور وتعقيد للفناء الوسطي (الاتريوم)



شكل (18): مبنى (TVA Building) . استخدم الرفوف الضوئية لزيادة اختراق الاضاءة الطبيعية الى داخل المبنى.
المصدر:(Brown,2001).

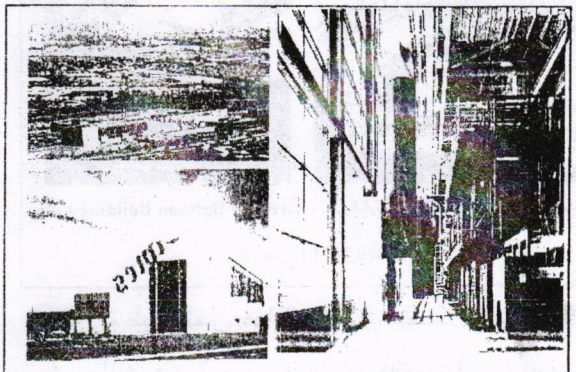


الامكانيات و الاشكال المختلفة لاضاءة المنشا الصناعي . المصدر: (Wiley,2001) .

مبنى(Gregory Bateson Building) , في كاليفورنيا. وظف فيها الاتريوم بشكل متطور
المصدر: (Wiley,2001) .

ويمكن توظيف نفس هذا المبدا لكن بشكل اخر ، حيث وظفت فيه الرفوف الضوئية (الكاسرات الافقية – **Louvers)** ، بحجم اصغر ووضعت بين طبقتي غلاف زجاجي ، لتخلق في نفس الوقت فضاء هوائي حاجز ، **(Brown,2001)** . ويمكن ان يستنار (الاتريوم) في المنشاءات الصناعية من خلال الفتحات السقفية (**Skylight**) ، او السقفية الجانبية **(Clerestories)** ، او النوافذ الجدارية (**Window Walls**) ،. لكن الاهم من كل هذه

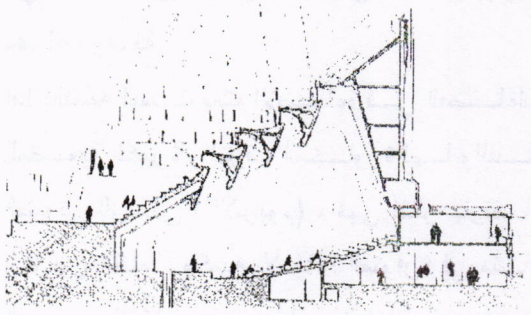
العوامل في تحسين الاضاءة في الفناء الوسطي هو نسبة الفناء الداخلي . فالفناء الطويل والضيق يتضمن مجال رؤيا بصرية قليلة الى السماء عما هو في الفناء القصير الواسع. تستخدم عادة الالوان الخفيفة في المنشا الصناعي في كل من الداخل والخارج لعكس اكثر الضوء الى داخل المبنى والى ابعد حد ممكن ، وكذلك لنشر الضوء . كما في (مصنع الطباعة لمجلة نيويورك – تايمز ، **The New York Printing Plant**) ، المصمم من قبل المعمار (رتشارد اولكت – **Richard Olcott**) ، حيث يحمل هذا المصنع رسالة قوية لنوعين من المشاهد ، وهم العامة والموظفين والرؤيا من الخارج ، **لاحظ شكل (20)** , فغلف المعماري واجهات المصنع باعلان واسم الشركة ، و بهذا حول المبنى الصناعي الى واجهة اعلانية . ومن خلال جلب الاضاءة الطبيعية الى الداخل ، واستخدام مماشي الحركة المرفوعة ليوفر مجال للرؤيا الى الخارج لمحلات الطباعة بدلا من الممرات المعتمة ليخلق بذلك مكان جذاب للعمل , **(Wiley,2001)**



شكل (20): (معمل الطباعة لمجلة نيويورك تايمز- The New York Printing Plant)، للمعمار (Richard Olcott). استخدم مماشي مرفوعة ليوفر مجال للرؤية الى الخارج , و الوان في داخل المعمل .المصدر: (Record,1998) .

السطوح ذات الالوان الفاتحة او الخفيفة تستطيع ان تزيد بشكل كبير الضوء الذي تجمعه النوافذ السقفية الجانبية **(Clerestories)** . النوافذ المجاورة ، او المقابلة للجدران الخارجية الخفيفة الالوان مهمة بشكل خاص في المساحات الحضرية لزيادة توفير الاضاءة في الارضيات الواطئة للمنشا الصناعي **(Fikry,2001)** .

كما يجب ان تمتلك السقوف اعلى عامل انعكاس قدر الامكان ، **لاحظ شكل (21)** ، وفيه استخدم المعماري الالوان الفاتحة في الالواح (**baffles**) ، على السطوح العلوية للسقف لعكس ونشر ضوء الشمس الجنوبي بشكل كامل خلال فضاء قاعة الاستماع . فالالوان الفاتحة على السطوح القريبة من التزجيج تستطيع في نفس الوقت تقليل الوهج ، وكذلك على القطع الفاصلة التي تقسم النافذة. **(Brown,2001)** .



شكل(21): (The Institute of Technology) , للمعمار (Alvar Alto) , في فنلندا . استخدم الالوان الفاتحة للالواح (baffles) و السطوح العلوية للسقف لزيادة الانعكاس و تقليل الوهج. المصدر: (Brown,2001) .

اما الارضية وقطع الاثاث فهي الاقل انعكاسا ، وبهذا يكون نظام التدرج للسطوح العاكسة حسب اهميتها هو :- السقوف ، ثم الجدار الخلفي ، ثم الجدران الجانبية ، ثم الارضية ، واخيرا القطع الصغيرة للاثاث.

- **نتائج البحث:**

ان مفهوم التصميم المستدام (Sustainable Design), المعني بالمحافظة على البيئة ومصادرها وعناصرها ومواردها غير المتجددة يعتمد على :

ا- مـــوارد البيئـــة الطبيعيـــة المتجـــددة (Renewable Sources) .

ب- مباديء التوجيه الربـاعي لاعـادة التطـوير المذكورة في النص :

ج- قوانين الطبيعة باعتبارهـا اسـتمرارية لـنظم البيئة الطبيعية .

لاعطاء بيئة مستدامة قائمة علـى مبـادئ البيئـة الطبيعية لاصول التصميم المستدام . فميزة التصميم المستدام ، والذي يتوجه اليه العالم اليوم ، هو انه نظام مرن يحوي ويسـتوعب ويتعامـل مـع كـل التوجهات الاقتصادية و البيئيـة و التكنولوجيـة و الانسانية :

ولتحقيق كل ذلك فانـه يتطلـب البحـث وتطبيـق ستراتيجيات موضوعية عقلانية تتعامل مع طرفـي المعادلة ، وهي النظم الطبيعية والموارد المتجـددة من جهة ، والنمط الانساني السائد من جهة اخرى ، فالمبنى الصناعي هو الوسـيط بيـنهم ، لاجـل السيطرة في النهاية على التفاعل الاكبر في النظـام البيئي والاندماج معه بصـورة متوازنـة لاعطـاء صورة اخرى لعمارة مصانع نابعة من بيئتها لكـن بحلية معاصرة وممتدة للمسـتقبل لقـدرتها علـى احتواء المتغيرات غير المتوقعة .

● الاستنتاجات النهائية:

1. ان نظم التدفئة والتبريد والاضاءة تنجـز فـي الابنية الصناعية اما بواسـطة اضـافة او ازاحـة الطاقة.

2. ان الفوائد المتاتية من الطاقة الشمسية لاتقتصر على تجهيز البلدان بالطاقة وتقليل الارتفاع بدرجـة حرارة الكون ، بـل تسـهم فـي اغنـاء العمـارة المصنعية بما تضفيه من امتاع خاص.

3. بالنسبة للقطر العراقي يمكن استخدام دواليـب الرياح, حيث تكون الرياح سائدة , وقرب الواجهات المائية لتوفير مخزون اضافي من الطاقة.

4. ان الكتل الحيوية (الطاقة النباتية) , هي مصدر مرغوب فيه للطاقة لكنه محدود ، لان استخدام كـل الكتل الحية يؤدي الى تجريد التربة ، لـذا يفضـل الاتجاه نحو استخدام الفائض والناتج العرضي عن المصانع، والاستهلاك المحلي (النفايات), لتوليـد الكهرباء والحصول على الوقود الطبيعي , بدلا من استهلاك المزارع والنباتات .. وبالتالي المسـاهمة في تقليل التلوث الصناعي .

5. يجد البحث مـن الضـروري جـدا ان تكـون المعالجات التصميمة البيئية الطبيعية فاعلـة فـي عملية تصميم المبنى الصناعي ، وان تؤخذ بنظـر الاعتبار حتى في حالة اعادة تاهيل المصانع وتكون اساسية في تصميم المصانع الجديـدة مسـتقبلا , لتكون بالنتيجة المصانع ذات بيئة صحية ومناسـبة لاداء العمل الصناعي ، وفـي ذات الوقـت تتمتـع بجمالية عالية وفـن معمـاري يضـاهي الابنيـة الصناعية في العالم .

قائمة المصادر

المصادر العربية:

1. رلى ظافر داوود سليمان (2005): "موثرات البيئة الطبيعية في تخطيط وتصميم المنشات الصناعية/ دراسة ميدانية في المنطقة الصناعية في الزعفرانية", ماجستير – هندسة معمارية, كلية الهندسة, جامعة بغداد.

2. فتحي، حسن (1988): "الطاقات الطبيعية والعمارة التقليدية "، مبادئ وامثلة من المناخ الحار الجاف، جامعة الامم المتحدة – طوكيو، المؤسسة العربية للدراسات والنشر.

3. الشركة العامة للتصميم والانشاء الصناعي، المكتبة (2001):
("Environmental and Energy" The Denmark in the 21 century).

المصادر الاجنبية :

4. Abdual – Salam, Hassan M.K. (2001): "Principles of Environmental Assessment and Application Framework for Alexandria and The North west Coast, Egypt",

19.Sciuto, Salvo (1998): "SOLAR CONTROL: An integrated approach to solar control techniques." Renewable Energy, Volume 15, Issue 1-4, September – December
20.Soliman, Ahmed M. (2001): "Characteristics of Housing the Middle Income Groups In Egyptian New Towirs." Architecture & Planning Journal, Vol. 13, Issue No. 1, January
21. Vale, B. & Vale, R. (1991): "Design for sustainable future." Green Architecture, Thames and Hudson Ltd, London, England.
22. Wiley, John; and Sons (2001): "Heating, Cooling, Lighting." Design Methods for Architects, Norbert Lechner, New York, Inc., Second Edition.

Architecture & Planning Journal, Vol. 13, Issue No. 1, January.
5. Bakr, Ali F.; & Abou – Ali, Mohamed G. (2001): "Intelligent Transportation Planning Process: A generic Approach with Artificial Intelligent as Enabling Technology", Architecture & Planning Journal, Vol. 13, Issue No. 1, January.
6. Brown, G. Z.; and Dekay, Mark (2001): "Sun, Wind and light", Architectural Design Strategies, second edition, printed in United States of America.
7. Baicha, Bousmaha; and walliman, Nicholas (2000): "Neufert Architects 'Data".
8. Citherlet, S. (2001): "Integration in building physics simulation", Energy and Buildings, Volume 33, Issue 5, May.
9. Edgaim, Nahida (2000): "Sustainable community", Urban and Architectural, Architects Journal, Jordan, No. 5, September.
10. Fikry, Mohamed A. (2001): "Roof – Lighting: System & Efficiency", Architecture & Planning Journal, Vol. 13, Issue No. 1, January.
11. Hamdy, Inass F. (2001): "Eco – Tourism Along the Coastal Zone." Architecture & Planning, Journal, Vol. 13, Issue No. 1, January.
12. Jones, D. L. (1998): "Architecture and Environment." Bio – climatic Building Design, Laurence King ltd, London, U.K.
13. Lei, David; W., John (2002): "Organization Designs to Renew Competitive Advantage", Organizational Dynamics, Volume 31, Issue 1, August.
14. McCarthy, B. (1997): "More for Less, in the Architecture for Ecology, Architectural Design, Vol. 67, N ½.
15.Peneva, S.G. (1998): "Ecology – a chance for Modren Architecture.", Proceeding of World Renewable Energy Congress on: Renewable Energy, Energy Efficiency, Policy and Environment, Florence, Italy.
16. Record, Architectural (1999): "Building Gold Medal Pool", Technology.
17. Santamouris, M. (1999): "Energy Policy and an action Plan for renewable energy sources (RES) for the Hellenic islands of North Aegean region." Energy, Volume 24, Issue 4, April.
18.Sacks, Rafael (2004): "Parametic 3D modeling in building construction with examples from precast concrete." Automation in Construction, Volume 13, Issue 3, May.