التصميم البيئي للمنشات الصناعية

د. بهجت رشاد شاهين
جامعة بغداد/ قسم الهندسة المعمارية

رلى ظافر داوود سليمان
ماجستير هندسة معمارية

ص البحث :

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

لتفعيل 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 Shahi
University of Baghdad / Departm
of Architectural Engineerin

Abstract:
The aim of this article is to study the Ecological design of industrial buildings. To achieve thi
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 to
. 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
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 result
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 حالة اعتماد مبادىء التصميم البيني بشكل صحيح .

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

اولا / تعريف التصميم المستدام :

عرف المؤتمر العالمي للمعماريين التنمية المستدامة (Sustainability) ، على انها : " التنمية التي توفي الجيل الحالي حاجته من دون التضحية بقدرة الاجيال المستقبلية في ان يوفوا احتياجاتهم " . المجتمع المستدام (Sustainable Society) هو المجتمع الذي يجدد ، ويحفظ ، ويدعم الثقافة والحضارة ، لاجل فائدة كل الحياة في الحاضر والمستقبل " . (Edgaim,2000) .

من خلال الدراسة التي قام بها الباحث توصل الى ان التعريف الاخير هو الاقرب لتحقيق هدف البحث من خلال حث النخبة في المجتمع والمعماريين على توجيه الاسلوب المعتمد في تصميم المنشات الصناعي وجعله يتحرك ضمن اطار يحقق الفائدة الشاملة ، من حيث توفير بيئة داخلية مريحة تساهم في رفع كفاءة الانتاج ومن ثم على نوعية الانتاج وبالتالي على كفاءة العملية الانتاجية .

اوجدت طرق عدة لوصف التصميم المستدام (Sustainable Design) . (2001,) استحثت واحدة منها استخدام ما يسمى بـ 3R او مبادىء (التوجيه الرباعي في العمارة الصناعية) وهي :-

(1) REDUCE ، (التوجيه في الاستخدام) .

REUSE (، (التوجيه في اعـادة الاسـتخدام
ظيفي) .
RECYCLE (، (التوجيـه فـي التكـرار
دوير) .
REGENERATE (، (التوجيه فـي اعـادة
سنيع) .
يركز البحث هنا على المعنى الضـمني لاعـادة
جيه في تخفيض الاستخدام.

ا / قضايا التصميم المستدام (Sustainable
: (– Design Issu

مل زيادة الاهتمـام بجوانـب البيئـة للمبـاني
بادىء العشرة المهمة في قضايا التصميم البيئي ،
ي تتصدرها قضية حفظ الطاقة وبناء ابنيـة ذات
خدام كفؤ للطاقة ، وبضمنها الابنيـة الصـناعية
بارها المسؤول الاول عـن سـخونة الكوكـب
(Global Warmin) ، وتتضمن ما يلي :-
... (Wiley,200
. حفظ الطاقة Save Energy .
. الانتفاع من الابنية الموجودة والبنى التحتية و
يرها Recycle Buildings .
. اقامة مجمعات متقاربة وتقليل الاعتماد علـى
كبات ، وتقوية الحس الاجتماعي .
. تحسين التصميم ، والاسـتفادة مـن اصـغر
سـاءات ، والانتفـاع مـن المـواد بكفـاءة
(Reduce Material U .
. حفظ و تجديد النظم الطبيعية المحلية والتنوع
باتي (Protect or Enhance the site) .
. التصـميم لاجـل المتانـة والتكيـف
(Maximize Longevit .
. اختيار مواد ذات تاثير منخفض علـى البيئـة
(Select Low – Impact Materials .
. تصميم الابنية والاراضي التي تستخدم الميـاه
اءة (Save Water) .

(9). اعادة تصنيع بقايا العمل الموقعي، وممارسـة
الحـس البيئـي فـي تصـميم الابنيـة
Minimize (environmentalism)
.Construction & Demolition Waste
(10). تقليل تاثير الاعمال التصميمية على البيئة ،
و زيادة دخول البيئـة النباتيـة الـى الفضـاءات
المصـنعية (Green up your Busines).
- (Wiley,2001)

ثالثا / دوافع الاهتمام بالتصـميم البيئـي للمبنـى
الصناعي :

(أ) التغير المناخي (Climate Change) :
قدم تقرير عن التغير المناخي فـي عـام (1995)
(Wiley,2001) . قائم علـى عمـل اكثـر مـن
(2500) عالم من اكثر من (60 دولة) ، يتضـمن
مايلي : " ان الادلة القائمة تشير الى حقيقـة التـاثير
البشري الواضح على المناخ العالمي " . كما اشـار
التقرير ايضا الى ان الارض قد سـخنت مسـبقا او
دفئت الى (2F) ، وان درجة حرارة الهواء علـى
افضل تخمين سوف تزداد (2F) اخرى وصـولا
الى(6F) ، في المئة سنة المقبلة .
والسـبب فـي ارتفـاع درجـة حـرارة الكوكـب
(Global Warming) هو الزيادة في الغـازات
المشربة والمتمثلة بغاز (ثاني اوكسيد الكـاربون –
CO2) ، الناتج عن احتراق النفط والفحم والزيـت
النفطـي والغـازات الطبيعيـة الاخـرى .
- (Santamouris,1999)
واكثر سنة حارة سجلت كانت سنة (1997) ، ومـن
بعدها سنة (1998) . وقد ارتفع التـامين الصـحي
الصناعي لاربع مرات من خلال الكارثـة المتعلقـة
بتلوث الهواء في عقد الثمانينات . كما فعل سابقا في
عقـد الثلاثينـات. (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 السابق مثال تقليدي عن كيفية ان تكون الحلول للتلوث في الوقت نفسه مصدرا لمشاكل جديدة . الا انه مثال جيد لاتحاد العالم وتعاونه في الفقرة السابقة والذي استطاع وبسرعة الاستجابة لمشكلة خطيرة وخطيرة . وكما حدث الان في (كيوتو) لتقليل التلوث المنبعث من الدول الصناعيا والتي تم التوقيع عليها اخيرا في (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 فئتين رئيسيتين المتجددة (renewable) ، وغير المتجددة (nonrenewable) .

تشمل المصادر غير المتجددة (nonrenewable sources) :-

(1) وقود المستحثات الحيوية fuels Fossil

(أ) النفط oil .

(ب) الغاز الطبيعي Natural gas .

(ج) الفحم Coal .

(2) الطاقة النووية Nuclear .

(أ) الانشطارالنووي Fission (مثال: القنبلة الذرية او المفاعلات النووية)

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

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

(أ) الطاقة الشمسية (Solar Energy)

) طاقة الرياح (Wind Energy) .

) طاقة الكتل الحيوية (Biomass Energy) .

) طاقـــة المـيـــاه, او الطاقـــة الكهرومائيـــة (Hydroelectric Energ .

) الطاقة الحرارة الجوفيـــة (Geothermal Energ.

) غاز الهيدروجين (Hydrogen) .

المصادر المتجددة كلها تتقاسم الاصل المهم جدا كونها قابلة للتجـــدد . وكونهـــا لاتشـــارك فـــي تفاع الحراري للكون فالاشعة الشمسية ، والرياح الطاقة الكهرومائية ، والكتل الحيوية او النباتات ، عها متجددة باستمرار, لانهـــا جميعهـــا اشـــكال لفة للطاقة الشمسية ، ماعدا المياه الجوفية الحارة من مصادر الطاقة المتجـــددة الوحيـــدة التـــي تمد على الشـــمس . (Lei,2002) . وســـيركز **ث على الطاقة الشمسية وطاقة الريـــاح فقـــط قتها الحميمة باسس التصميم الانشائي للابنيـــة ناعية .و لمزيد من المعلومات يمكن مراجعـــة سدر(رلى ظافر, 2005).**

) __الطاقة الشمسية (Solar Energy) :__

تفاد منها بالطرق الاتية :-

) كاضاءة طبيعية مباشرة (Day lighting) .

) بصورة فعالة في توليد الطاقة الكهربائية مـــن ــــــــــــــــــــــــا ال (PVS) .

(photovoltaic energy and active sol

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

ناك نوعين من المشاكل التي تواجه هذا المصدر مشاكل تقنية وغير تقنية . فالاولى (المشـــاكل ية) , تنشا عـــن الانتشـــار المتـــوفر والمتقطـــع وزيع غير المنتظم للطاقة الشمســـية ، علمـــا ان ول الذكية لهذه المشاكل (المتعلقـــة بالحصـــول الطاقـــة الشمســـية) ، ســـاهمت فـــي تقليـــل (reduce) مجموع الكلف الى حد اصـــبحت فيـــه بعض اشكال الطاقة الشمسية اقتصادية فـــي اغلـــب الحالات (فتحي,1988) .

اما المشاكل غيرالتقنية التي تواجه استخدام الطاقـــة الشمسية فهي تقبلها (The acceptance) , والذي يرجع بشكل اولي الى معتقدات الناس حولها ، وهو انها غير تقليدية ، وتبدو سيئة ، ولاتعمـــل ، وانهـــا مستقبلية ... الخ . وعلى العكس من ذلك ، فالطاقـــة الشمسية الى جانب كونها متجددة فهي نوع من انواع الطاقة النظيفة ، حيث لاوجود لنتائج تلوث حـــراري عنها، او تلوث تربة او مياه او هواء ، وهي ايضـــا امنة جدا للاستخدام ، فضلا عـــن كونهـــا مصـــدر لامركزي للطاقة متوفر لكل شخص وفي كل مكان ، وباستخدامها يقل الاعتماد علـــى مصـــادر الطاقـــة المركزية الهشة ، او المحتكرة من قبـــل الـــبعض . والى جانب كل ما ذكر يضاف اليه ما تعطيـــه مـــن صور جمالية للعمارة ناتجة عن التصميم الشمســـي .(Sciuto,1998)

(ب) __طاقة الرياح (Wind Energy) :__

ويتحقق استخدامها من خـــلال الـــدواليب الهوائيـــة (Wind turbines) . التي تدور بقوة الهـــواء ، وقد استعملت خلال ال (150) سنة الماضـــية فـــي الولايات المتحدة و غيرها ، حيث اســـتخدمت فـــي ضخ المياه المزارع والحقـــول الكبيـــرة ، وانتـــاج الكهرباء في مواقع بعيدة قبل ان يتم كهربة الريـــف في ثلاثينات القرن الماضـــي . واليـــوم ، استعمل استخدام دواليب الرياح ، لانها تنتج في وقت واحـــد طاقة متجددة ونظيفة ، وبنفس كلفة الطاقة التقليدية . فحيثما الرياح وفيرة والكهرباء مكلفة ، تكون طاقـــة الرياح عندها افضل مصادر الطاقة .(الشركة العامة للتصميم و الانشاء الصناعي,2001).

ان مسح الارض الموقعي هنا مهم جـــدا لتوضـــيح العوائق والايجابيات ، فالشروط الموقعيـــة للريـــاح

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 الموارد 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 هو تقليل 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 :

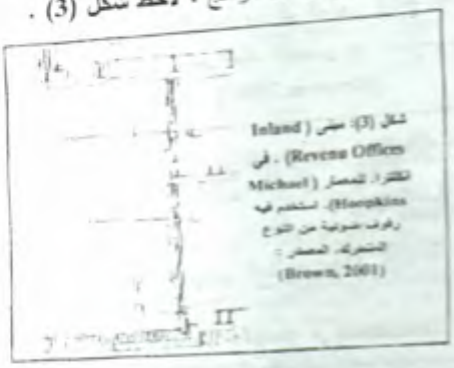
- استخدام الفناءات الوسطية المظللة الضيقة المتقاربة (tall & narrow) بارتفاع (3-4) طوابق او اكثر حسب ارتفاع سقف المصنع الانتاجي . **لاحظ شكل** (Vale, 1991).

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

- على مستوى النوافذ يتم التظليل والعزل بذات الوقت باستخدام طبقة تظليل بينية . بين طبقتي الزجاج المنفصلتين لتقليل الكسب الحراري . مولفة 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 ستارة 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 Revenue Offices) . في (Michael Hopkins). استخدم فيه رفوف ضوئية من النوع الثابت. 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 (Cassarico-Vida) في مدينة ساراغوسا للمعماريين (Enrique Browne & Borja Huidobro). استخدما ستائر مائلة لتظليل وترشيح الهواء ، وتقليل الوهج ، والكسب الحراري. المصدر : (Brown, 2001)

- استخدام الالوان والمواد كوسيلة اخرى لتجنب الحرارة في تصميم المنشأ الصناعي . من خلال توظيف الحقائق المتعلقة بقابلية السطح والمواد على رفض الاشعة الشمسية بعكسها او اطلاقها رجوعا الى البيئة الخارجية التي انتشتها 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): (ستونيو – Sangath) . في (Ahmedabad). للمعمار(Balkrishna Doshi). وقف المواد لتجنب الحرارة مستخدما السيراميك في انهاء سقوف الاقبية المجوفة لغرض زيادة العزل وتقليل الكسب الحراري. المصدر : (Brown, 2001)

ونذكر اجمالا بعض الحالات لتطبيقات مصممة لعملية التبريد الطبيعي ، وعلى سبيل المثال بالنسبة للتبريد الطبيعي في التجمعات الكثيفة للمنشآت الصناعية ، يمكن اللجوء 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
بالواح افقية معدنية مائلة تساعد في التهوية .
الشكل (6) . (Soliman,2001) .

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

نموذج لمبنى جامعة قطر (Qatar University),
الهوائية مع الفناءات الوسطية

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

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

جة حرارة القشرة الخارجية ، لـذا فـان زيـادة
ويـة فـي التجويـف امـر مهـم جـدا ،
.(Baicha,200

ك يمكن استخدام نفس المبدا لكن علـى مسـتوى
دران ، للحماية من الكسب الحراري .**لاحظ شكل**
.

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

لا عن امكانية استخدام نفس المبدا اعـلاه مـن
لال اسـتخدام السـتائر النباتيـة (**Screen**
Vegetati) ، مثل استخدام نبتة اللبلاب (ivy)
لى الرغم من ان النباتات تمتص نسـبة مئويـة
ة من الاشعة الشمسية ، لكن الفجوة (بين الجدار
خلي والجدار النباتي) ستقوم بالنهوية بشكل جيد
سبب المسافات بـين النباتـات . امـا الخـزين
راري فيشتت بالانتقال و بالتبخر. كما يمكـن ان
خدم النباتات بشكل طبيعي لتغطي سقف المبنـى
ناعي ، للتعبير ايضا عن الاندماج الحسي بشكل
ي طبيعي ، فضلا عن ان العشب الـذي يغطـي
ـقوف يمثـل فاصـلا حراريـا جيـدا .
. **(Record,199**

لى مستوى تصميم جدران المبنى الصـناعي .
خدم بصيغة كتلة كبيرة وسميكة لتخزين الحرارة
كل ملائم للتبريد والتدفئة فـي ذات الوقـت ، و
كن استخدام الكتلة الحرارية بشكل ماء مخزون في
طوانات ضخمة، شفافة على طول الجدار الجنوبي
بنى الصناعي ، موظفا في نفس الوقـت تركيـب

انشائي خفيف الوزن . ولان هذه الحاويات شـفافة ،
فتنقل معظم الاشعاع وتخزنه في كتـل الاعمـدة .
(وهنا نلاحظ دور التوجيه مع التقنية المستخدمة)
. . **(Brown,2001)** .

اما التجهيزات الميكانيكية ، فهدفها الوصـول الـى
درجة التبريد المريح عندما يعجز اسـلوب التبريـد
الطبيعي عن ذلك ، نتيجة زيادة الرطوبة ، او تـأثير
الكتلة الحرارية ، او عدم كفاية الريـاح ، او زيـادة
الحرارة الخارجية وبطاقـة منخفضـة وباسـتعمال
المراوح او المضخات الصغيرة .

ان دمج اساليب التبريـد الطبيعـي مـع اسـتعمال
التجهيزات الميكانيكية ينتج ما يسمى بالنظام المولـد
او الهجـين (**Hybrid**) وهـو نظـام تكـاملي
ضـروري فـي المنـاطق الحـارة الجافـة .
. **(Baicha,2000)**

التبريد بالنهوية :

(1) – النهوية الطبيعية المريحة : وهي ضـرورية
داخل فضاء العمل الصناعي . وشروطها:

+ استخدام المراوح فضلا عن النوافذ .
+ تضخيم جريان الهواء عبر المبنى الصناعي .
+ استخدام العـازل للمحافظـة علـى ال(MRT)
المتوسط الاشعاعي لدرجة الحرارة ليبقى قريبا مـن
درجة حرارة الهواء .
+ الهيكل الانشائي او البناء الخفيف او المتوسط
الاوزان .
+ ان تكون مساحة النوافـذ حـوالي (20%) مـن
مساحة ارضية الفضـاء . وتفـتح علـى الجـدران
المواجهة للريح وباتجاه الريح . وعلى ان تكون قابلة
للغلق و الفتح خلال الليل و النهار.

وكذلك يتم استخدام ملاقف النهوية السقفية . لتـوفر
الانـارة الطبيعيـة . والنهويـة الطبيعيـة.
(Santamouris,1999) . **ومثل هـذه التقنيـة**
يمكن تطبيقها في المنشآت 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) – اسـاليب التبريـد بالتـدفق الليلـي (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)

.

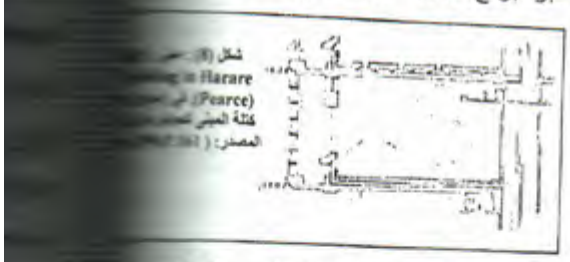
التبريد بالاشعاع (Radiation Cooling) :

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 ، وتعمل سطوح المباني كمصدر للاشعاع. و التبريد بالاشعاع هي :

(1) – التبريد بالاشعاع المباشر :

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

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



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

المياه بشكل اساسي في عمليها الاستاجي 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 يشاب 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 ، وتعمل سطوح المباني كمصدر للاشعاع، و التبريد بالاشعاع هي :

(1) – التبريد بالاشعاع المباشر :

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

يتم تبريد كتلة المبنى الصناعي من خلال ففي وقت النهار ، حيث درجة الحرارة عالية جدا نسبة الى التهوية ، تغلق منافذ الصناعي لخزن الحرارة الزائدة في داخل كتلته . وفي المساء ، يسمح للتهوية خلال الصناعي بازاحة الحرارة المخزونة من حيث يسحب الهواء الخارجي بواسطة مراوح ليدفع عبر (انابيب –ducts) مجهز الصناعي ، و يوزع خلال حيزمو ارضيات فضاءات المبنى ، حيث يمكن يبرد الكتلة ، كما يدخل الهواء فضاء الاسفل بالقرب من النوافذ ، ليتحرك رجوعا الى الداخل ليجمع بعدها و يطلق عبر ابراج التهوية الى الخارج . لاحظ

وخلال النهار ، يقل تدفق الهواء بمعدل الهواء الطلق ، وتمكين الكتل الهيكلية الصناعي من ان تمتص الحرارة من عما يكسبه من الغلاف الخ (Fikry,2001).

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

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

(Brown,200 . **الا ان عملية استخدام هكذا**
وحات قد تكون مكلفة للمنشا الصناعي . لذا
ن استعمال الالواح المعدنية المطلية كموصل جيد
رارة ، فالسطح المطلي يكون مشع كفؤ ويكون
قع العازل من الداخل , حيث يفتح او يزاح ليلا
ي يسمح بالتبريد عن طريق الاشعاع , وفي النهار
ق العازل . وطبعا يجب ان تكون هناك كتلة
ل المبنى الصناعي تمثل الحوض الحراري.
نظام التبريد بالاشعاع لايعمل بكفاءة بوجود
يوم ، ويعمل بكفاءة جيدة في السماء الصافية
رطوبة المنخفضة كما في الظروف المحلية

العراقية. ويعتبر 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 :

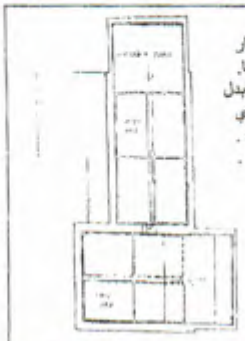
ان الصعوبات الناتجة عن العازل المتحرك ، ادت
الى التحول الى استعمال المشعات الخاصة التي
تعمل بالسوائل كعازل حراري ، وهي مشابهة لتقنية
استعمال الكتلة بالطاقة الشمسية ولكن معكوسة.
فتستعمل الصفائح المعدنية المطلية لتبريد الهواء ليلا
تحتها والذي سيتم نقله الى داخل المبنى الصناعي
لتبريد كتلته الداخلية . اما 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 للترميح العازل التي تخص الجدار الفاصل
، وعلى مساحته ، وعلى ستراتيجية التهوية .
وتستخدم هذه الستراتيجية للتبريد والتدفئة معا .
(Baker,2001).

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

يقصد بها الانظمة التي تجمع ، وتخزن ، وتعيد
توزيع الطاقة الشمسية حول الحاجة للمراوح ، او
المضخات ، او انظمة السيطرة المعقدة ، وهي تعتمد
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 (Lechner,2001) . **واعتمادا على**
هذين العاملين ، هناك عدة انواع من هذه الانظمة .

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



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

(Brown,200 . الا ان عملية استخدام هكذا
وحات قد تكون مكلفة للمنشا الصناعي . لذا
ن استعمال الالواح المعدنية المطلية كموصل جيد
رارة ، فالسطح المطلي يكون مشع كفؤ ويكون
فع العازل من الداخل . حيث يفتح او يزاح ليلا
ي يسمح بالتبريد عن طريق الاشعاع . وفي النهار
ق العازل . وطبعا يجب ان تكون هناك كتلة
ل المبنى الصناعي تمثل الحوض الحراري.

نظام التبريد بالاشعاع لايعمل بكفاءة بوجود
يوم ، ويعمل بكفاءة جيدة في السماء الصافية
رطوبة المنخفضة كما في الظروف المحلية

العراقة . ويصنف هذا النظام بالدرجة الاولى للابنية
ات الطابق الواحد ، وبما ان تاثير التبريد هو قليل ،
فيحسب استعمال كامل مساحة السطح
(Wiley,2001).

(2) – التبريد بالاشعاع غير المباشر :

ان الصعوبات الناتجة عن العازل المتحرك ، ادت
الى التحول الى استعمال المنشات الخاصة التي
تعمل بالسوائل كعازل حراري ، وهي مشابهة لتقنية
استعمال الثلج بالطرق التقليدية وبكل 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 مواقد المبنى الصناعي كما يتم
تحويل الهواء الساخن تحت الصفائح المعدنية الى
الخارج (الشركة العامة للتصميم والانشاء
الصناعي،2001) . ويمكن استخدام مسافة الزجاج
بدل الصفائح المعدنية لتوفير الرؤيا الى الخارج من
المبنى الصناعي. وتعتمد الحرارة المتوفرة على قيم
المقاومة لترجيح العازل التي تخص الجدار الفاصل
، وعلى مساحته ، وعلى ستراتيجية التهوية .
وتستخدم هذه الستراتيجية لتبريد والتدفئة معا ،
(Baker,2001).

ب- نظم الطاقة 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 (Lechner,2001) . 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 فوق 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) .

•• اما اهم مؤشرات التصميم

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

لانظمة الكسب المباشرفي الابنية الصناعية :

(1) : اختيار مساحات كافية للنوافذ الجنوبية ، ويفضل ان تكون الالواح الزجاجية للنوافذ من نوع (Double glazed) ، عدا الاماكن المعتمة .

(2) : توفير خزانات حرارية .

(3) : استعمال زجاج مغطى بطلاء معدني الاشعاع (Low – e) ، كبديل عن العزل في الجو .

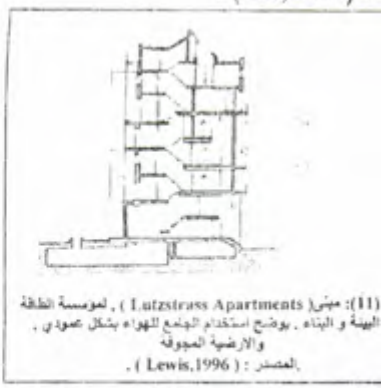
(4) : الابنية يجب ان تكون مغطاة باغطية عازلة . (Vale,1991) .

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

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

- في حالة استعمال الكونكريت ، او المواد الحاجزة للاشعة المباشرة ، يمكن استعمالها بمساحة

) لكل (1 متر مربع) من الشبابيك وان يكون
ا (10 – 15) سم .
ي حالة استعمال الكونكريت ، او المرمر
ة غير المباشرة (المنعكسة) ، تكون النسبة
تر مربع) لكل متر مربع واحد من الشبابيك ،
يكون سمكها حوالي (5– 10) سم . وهذه تمثل
الادنى ، واي حجم اكبر فانه سيزيد حيز الراحة
رية بتخفيض تذبذب الحرارة (Jones,1998).
مل ان تكون الكتلة الحرارية اقرب ما يمكن
سية ، لاسباب هيكلية وحرارية ، لاحظ شكل
، (Lei,2002) .



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

ان تطلي الكتلة الحرارية لفضاء العمل الانتاجي
غامق ، اما السطوح الاخرى فتطلى بالوان
ة جدا لتعكس الاشعة الى الكتلة.
. (Jones,19

- نظام جدران الترومب Tromb Walls

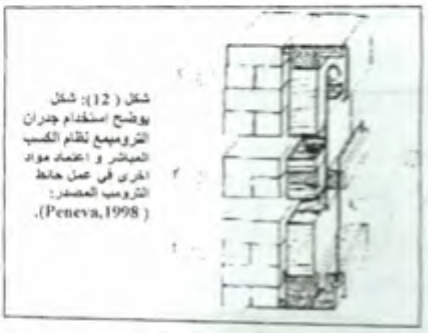
: Syst

هذا النظام في فرنسا عام (1966) من قبل
اذ (فلكس ترومب) . تتكون الكتلة الحرارية
جدار يقع مباشرة خلف الشباك الزجاجي مما
ح للجدار بامتصاص الطاقة الشمسية بدون
اح للضوء بالدخول للفضاء ، وعادة يطلى وجه
ار المواجه للشمس بطلاء غامق اسود ، ولان
ض الجدار (حوالي 30 سم) مما يجعل زمن
قال 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 تتزلق 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 تأخذ مساحة اقل بكثير، (Peneva,1998) .

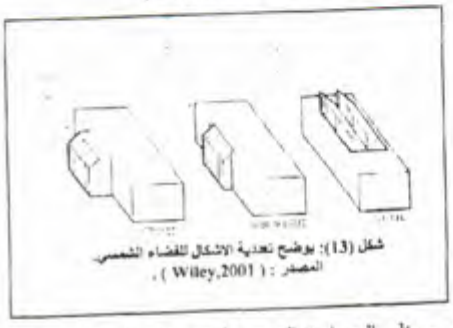
•• اما المؤشرات التصميمية لنظام جدار الترومب في المبنى الصناعي . هي:

- 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 الكسب الحراري 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 لتنظيف .
- استبعاد النوافذ الزجاجية على الجدران الواقعة لجهتي الشرق والغرب ، لان الالواح الزجاجية في هذا الاتجاه لاتكون فعالة شتاءا ، وصيفا .
- مساحة الالواح الزجاجية للفضاء الشمسي بالمقارنة بالارضية معادلة لحسابات مساحة الفتحات المواجهة للجنوب في المباني ، الا انه في حالة الفضاءات الشمسية يمكن ان تكون اكثر لان المساحة الزائدة لاتؤثر على المبنى الصناعي .
- لمنع السخونة الزائدة فمن الضروري وجود فتحات تهوية الى الخارج ، وتكون الفتحات السفلى للدخول ، والعليا لخروج الهواء بمساحة (1/10) منها من السطح الزجاجي .
- يعتمد حجم الكتلة الحرارية داخل الفضاء الشمسي على استعمالات هذا الفضاء . فاذا كان الغرض ان يكون فضاء شمسي فقط ، فيجب ان تكون باقل مقدار لكي تذهب معظم الحرارة للخارج . اما اذا كان تصميم الفضاء الشمسي لكي يكون مفيد ، وللاستعمال فيجب تجنب تذبذب درجة الحرارة بوضع كتلة حرارية مناسبة
- وفي حالة الرغبة في عزل المبنى الصناعي بشكل كامل عن الفضاء الشمسي (في حالات

ار المشترك تبقى المبنى
مي من الانجماد .
لمة الثلاثة معا وهي
شمسي ، وجدران التروم
الشمسية و زيادة النسبة
جهزة بواسطة الطاقة

تصميمية للفضاء الشمسي
ة. فهي :
ة تكون عمودية وباتجاه
المياه وعدم الحاجة للتظل
الزجاجية على الجدران
رب ، لان الالواح الزجاج
فعالة شتاءا ، وصيفا .
ح الزجاجية للفضاء
معادلة لحسابات مساحة
ي المباني ، الا انه في
يمكن ان تكون اكثر لان
المبنى الصناعي .
الزائدة فمن الضروري
الخارج ، وتكون الفتحات
خروج الهواء بمساحة
زجاجي :
تلة الحرارية داخل
عمالات هذا الفضاء . في
فضاء شمسي فقط ، فيجب
لكي تذهب معظم الحرارة
م الفضاء الشمسي لكي
ي فيجب تجنب تذبذب
لة حرارية مناسبة
ية في عزل المبنى الصناعي
الشمسي (في حالات

لجانب تظليل الجدار المشترك من جهة
عزلة . ..... (Wiley,2001)

: (Shading System) تظليل

: (Orientation of Shading) لادوات التظليل في تصميم

الشمس في الصيف عالية في السماء ،
الاشعة الشمسية الافقية – horizontal
فتحات في الواجهة الجنوبية حيث
الشمس . وتقريبا عديمة التاثير في
الغربي .

الشمس في الصيف من الشمال الشرقي
الشمال الغربي ، وفي فترات الشروق و
تكون الاشعة الشمسية منخفضة ، وتستعمل
الكاسرات العمودية .

الفتحات الشرقية والغربية تكون زاوية
مساحا وفي فترة ما بعد الظهر .
الفتحات في هذا الاتجاه وعلى ان تتم
الكاسرات المتحركة . و عند
استعمال كاسرات افقية مع كاسرات
. (McCarthy,1997) .

السقفية (Skylight) ، يمثل نظام
يواجه الشمس مباشرة وخاصة
يجب تجنبها باتجاه الشرق ، او
اختيار اشكال مناور اخرى
الفتحات الجانبية غير المباشرة ، والشمس
خلال السقف وتسمى (clerestory) .
الاشكال الفنية والتي تستعمل مع عاكس

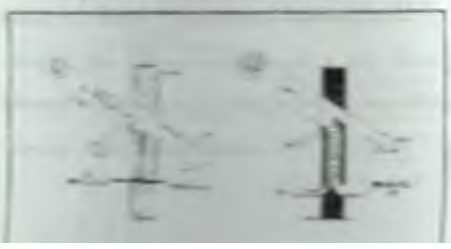
التظليل المتحركة (الكاسرات
تنسيب هذه الادوات بطريقة افضل
(الديناميكية) للجو . فالحاجة
الشمس في الفترات الحارة ، بينما نحتاج
للشمس في الفترات الباردة فيجب ان يكون التظليل وفق الاختبارات الحرارية المطلوبة . من الامثلة البسيطة والفعالة هي المظلات (في الشتاء تزاح وتعاد في الصيف) .

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

ثانيا- الزجاج كعنصر تظليل في المبنى الصناعي (Glazing As The Shading Element) :

حتى اتقى وارق الالواح الزجاجية لاتنقل الاشعة الشمسية (100%) . والاشعاع الذي لاينقل 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 . لكل حتى هذا النوع من الزجاج لايقلل من الكسب الحراري الشمسي الا كمية قليلة . لاحظ الشكل (14).(McCarthy,1997).



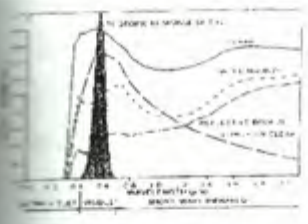
شكل (14): يوضح الكسب الحراري عبر الزجاج الاعتيادي والملون. المستخدم كوسيلة للتظليل. المصدر: (Moore,1993) .

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 **Spectrally Selective**", يمكن ان تقوم ولمساحة محددة , وكما يوضح **شكل (15)** , الزجاج ذو الانتقاء الطيفي المنخفض " **Selective Low- e glazing**" , ينقل ضوء النهار, بسبب انه ينقل كمية و بنسبة الاشعاع المرئي للاشعة تحت **(Wiley,2001)** .

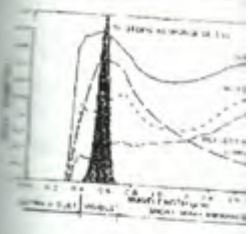


شكل (15): يبين دالية الزجاج الانتقائي للضوء" Selective المصدر:(Wiley,2001) .

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

••• وتتضمن اختيارات نوع التزجيج في الصناعية مايلي :

وجد نظم زجاجية " انتقائية الطيف Spectral"، يمكن ان تقوم
وكما يوضح شكل (15) ،
الطيفي المنخفض " spectrally
Selective Lo" ، بنقل
ان انه ينقل كمية و بنسبة
ي للاشعة تحت البنفس



ية الزجاج الانتقائي للضو" Selective
المصدر:(Wiley,2001) .

ن هناك نظم زجاجية الضو
ة "Selective" ، تعرف
responsive glazing
بتها للضوء ، الحرارة
تطيع هذه النظم ان تكون
ي"passive" ، او النوع
م الطبيعية " passive
ل البيئية ، مثل مستوى الا
وهذه النظم هي (الكروميك
الحراري - thermochromics or
(Therm) ، على التوالي .
Active Sys" ، ممكن
حاجة وهي تتضمن مثل هذه
السائل - Liquid Crystal
نتشرة - Dispersed Particle
الكهربائي - electro thermo
اختيارات نوع التزجيج في
ي :

الزجاج التلوين عندما تكون الحرارة
مطلوبة شتاءا ، (خاصة في الواجهة
) .

الزجاج العاكس عندما يكون الكسب
للاشعة الشمسية في حالة يجب معها تقليله
التظليل الخارجي غير ممكن (خاصة في
الشرقية والغربية) .

الزجاج الجديد ذو الانتقائية المنخفضة
(selective low –energy
) ، عندما
الكسب الحراري للاشعة الشمسية, لكن
الاضاءة الطبيعية هي مرغوبة واستخدام
الضوء الصناعي غير متوفر .

الزجاج الماص للحرارة باللون الازرق
Blue – green heat – absorbing
) ، او اي زجاج ملون هي بدائل اقل
الزجاج العاكس ولكنها ممكنة ،
(McCarthy,

وسائل التظليل الداخلية (Interior
Shading Devices:

(رفض – الطاقة ، – energy
) ، فان وسائل التظليل الخارجية هي
، لكن لاسباب عملية عديدة ، نجد عدة
مؤثرة ايضا ، مثل الستائر
) ، بكرات التظليل المتحركة
roller
) ، الستائر بشكل رفوف
(Venetian blinds) ، والابواب
(shutters) ، هي ايضا مهمة ،
(Wiley,

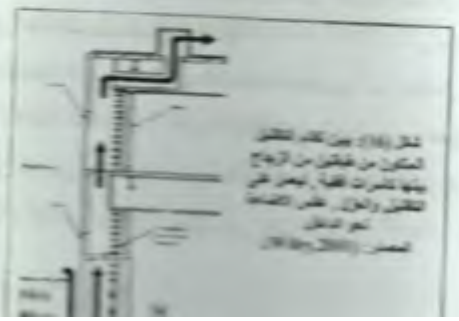
وسائل التظليل الداخلية اقل كلفة من
الخارجية ، طالما هي لاتحتاج
العناصر الخارجية. كما انها قابلة للضبط
، والذي يمكنها بسهولة من الاستجابة
المتغيرات. وبالاضافة الى التظليل ، هذه

الوسائل توفر العديد من الفوائد الاخرى ، مثل
الخصوصية ، السيطرة على السوهج ، 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).



د - نظـم الاضـاءة الطبيعيـة (Daylight Systems) :

اولا- اهداف الاضاءة الطبيعية :

تهدف الاضاءة الطبيعية اولا ، هو الحصول علـى ضوء اكثر عمقا داخل المبنى الصناعي لاجل رفع مستوى شدة الاستنارة ، وتقليل درجة تفـاوت شـدة الاستنارة على طول الغرفة او الفضـاء . الهـدف الثاني ، هو تقليل او منع الوهج المباشر من النوافـذ غير المحمية ، ومن النوافـذ السـقفية (المنـور - Skylight) ، يجعل هذا الوهج الامر اكثر سوءا اذا كانت الجدران المجـاورة للنوافـذ غيـر مسـتنارة (not illuminated) ، ولهذا تظهر تماما مظلمة ، (Fikry,2001) .

ثانيا - الستراتيجيات الاساسية للاضاءة الطبيعيـة فـي المنشـا الصـناعي Basic Daylight Strategies for Industrial Buildings :

بسبب الفائدة والجدوى من ضوء الشمس المباشـر ، فالتوجيه الجنوبي ، هو الافضل للاضاءة الطبيعية ، فالجانب الجنوبي من البناية يحصـل علـى ضـوء الشمس بصورة منتظمة في الغالب وعلى طول اليوم والسنة . اما ضوء الشمس الاضافي والممتاز فياتي خاصة في الشتاء ، حيث يرغب عادة بتاثير زيـادة التدفئة . كما ان وسائل السيطرة هي تقريبا مـؤثرة 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 .

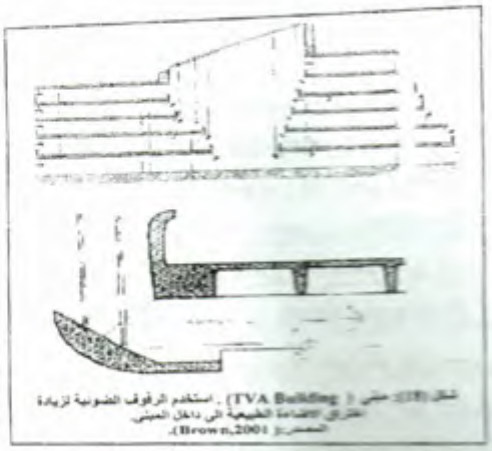
الوجهات الاسوا هي الشرق والغرب ، ليس
هذه التوجهات تستقبل ضوء الشمس فقـط
النهار و يكون في اقصاه خلال الصيف بـ
الشتاء . بل فضلا عن ذلك بسبب احمال
العالية جدا والتي يصعب السيطرة عليها في
الشمسي . (Fikry,2001).

تستخدم الاضاءة من خلال السقف في
واحد او في الطوابق العليا ، حيث تستخدم
السقفية الجانبية من النـوع الـ (Clerestory)
ليكون لها عدة وظائف فيه، حيث تعمـل
تهوية واضاءة صيفا ، وملاقف للاضـاءة
الشمسية شتاءا . ومثلها قد استخدم ايضا في
(قوالب البلاستيك المحقـون - Plastics
River Falls, Wisconsin
المصمم من قبل المعمارية (جـولي سـنو -
Snow) ، الشـكل (17) حيـث كانـت
الطبيعية فيه عنصرا اساسيا في خلق مكـ
مناسب ، حيث تفيض الواجهات الشمالية
بالضوء الطبيعي على ارضية المصنع ،
خلال امالة السقف الى الاعلى باتجاه الجنـ
برؤيا علـى المنـاظر الخارجيـة ، و
المعمارية بخلق علاقة قوية بين الـداخل
عبر جلب اكثر لضوء الشمس الى مكـ
.(Record,1999)

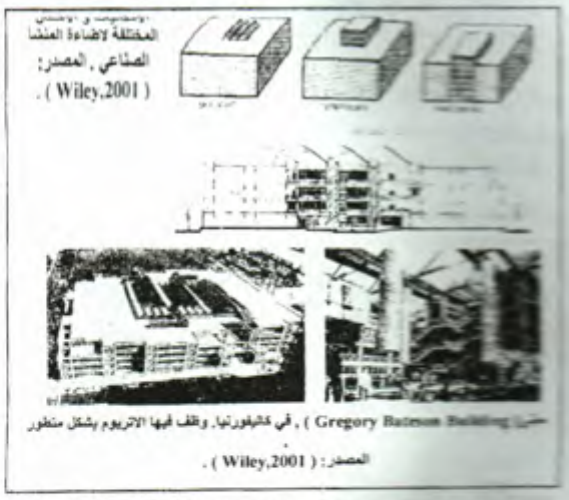
شكل (17)
البلاستيك
River,
Wisconsin
Snow)
1999)

الامثلة حداثـة وتطـور وتعقيـد للفضـاء الوسـطي

(الاتريوم)



شكل (19): مبنى (TVA Building) ، استخدم الرفوف الضوئية لزيادة اختراق الاضاءة الطبيعية الى داخل المبنى.
المصدر: (Brown,2001).



شكل (20): مبنى (Gregory Batman Building) ، في كاليفورنيا. وقف فيها الاتريوم بشكل منظور
المصدر: (Wiley,2001) .

المختلفة لاضاءة المنشأ الصناعي ، المصدر: (Wiley,2001) .

قد يتم تحوير الانـارة السـقفية بشـكل قبـاب تخدام الشمس للاضاءة الطبيعية وتقليل الكسـب ـراري بذات الوقت.

لاتريـوم – **atrium**) ، او الفضـاء الوسـطي ـيث ، والذي يمكن اسـتخدامه فـي فضـاءات سانع ، هو بشكل نموذجي فضاء مغلق ويحـافظ ى درجة حرارته مقاربة للشروط الداخليـة . لـذا بنية مع (الاتريوم) من وجهة نظـر حراريـة ، متضامة، وبنفس الوقت تضمن اضاءة طبيعيـة

بالنسبة لمسـتويات الاضـاءة فـي الفضـاءات سنعية الكبيرة والغرف المجـاورة لهـا وللفضـاء وئي الوسطي (الاتريوم) ، فهي تتاثر بارتفـاع رض الفناء ، وكمية الاضاءة المتوفرة في منـاخ ى ، وانعكاسـية السـطوح الداخليـة ، وحجـم جيه النوافذ المواجهة للفناء الداخلي ، وتصـميم الفناء الداخلي ، والانتقالية في نظام التزجيج ، راتيجيات الانعكاس لجـدران النوافـذ الداخليـة . (Vale,19

عن استخدام وتوظيف سـتراتيجيات الانعكـاس ران النوافذ الداخلية فـيمكن توظيـف الرفـوف وئية في الابنية الصـناعية والاداريـة لزيـادة راق الضوء الى داخل الفضاءات الانتاجيـة فـي ني الصناعي سواء في الاوقات الملبدة بالغيوم ، في الاوقات التي تكـون فيهـا السـماء صـافية

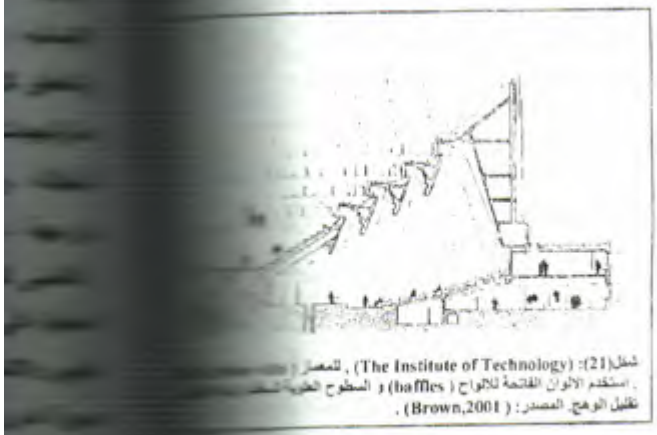
ويمكن توظيف نفس هذا المبدا لكن بشـكل اخـر ، حيث وظفت فيه الرفوف الضوئية (الكاسرات الافقية – Louvers) ، بحجم اصغر ووضعت بين طبقتي غلاف زجاجي ، لتخلق في نفس الوقت فضاء هوائي (Window Walls) .. لكن الاهم من كل هـذه

العوامل في تحسين الاضاءة في الفناء الوسطي هـو نسبة الفناء الداخلي . فالفناء الطويل والضيق يتضمن مجال رؤيا بصرية قليلة الى السماء عما هـو فـي الفناء القصير الواسع. تستخدم عادة الالوان الخفيفـة في المنشا الصناعي في كل من الـداخل والخـارج لعكس اكثر الضوء الى داخل المبنى والى ابعد حـد ممكن ، وكذلك لنشر الضوء . كما فـي (مصـنع الطباعة لمجلة نيويورك – تـايمز ، The New York Printing Plant) ، المصمم مـن قبـل المعمار (رتشارد اولكت – Richard Olcott) ، حيث يحمل هذا المصنع رسالة قوية لنوعين مـن المشاهد ، وهم العامة والموظفين والرؤيا من الخارج ، **لاحظ شكل (20)** . فغلـف المعمـاري واجهـات المصنع باعلان واسم الشركة ، و بهذا حول المبنـى الصناعي الى واجهة اعلانية . ومن خـلال جلـب الاضاءة الطبيعية الى الداخل ، واسـتخدام مماشـي الحركة المرفوعة ليوفر مجال للرؤيا الـى الخـارج لمحلات الطباعة بدلا من الممرات المعتمـة ليخلـق بـذلك مكـان جـذاب للعمـل . (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 تـستطيع ان تزيد بشكل كبير الضوء الذي تجمعه النوافذ السـقفية الجانبية (Clerestories) . النوافذ المجـاورة ، او المقابلة للجدران الخارجية الخفيفـة الالـوان مهمـة بشكل خاص في المساحات الحضرية لزيادة تـوفير الاضاءة في الارضيات الواطئة للمنشـا المـصنع (Fikry,2001) .

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



شكل(21): (The Institute of Technology) ، للمعمار ( ) ، استخدم الالوان الفاتحة للالواح (baffles) و السطوح العلوية لتقليل الوهج. المصدر: (Brown,2001) .

اما الارضية وقطع الاثاث فهـي الاقـل انعكاسـا للضوء وبهذا يكون نظام التدرج للسطوح العاكسـة حسب اهميتها هو :- السقوف ، ثم الجدار الخلفي ، ثم الجدران الجانبية ، ثم الارضـية ، واخيـرا القطع الصغيرة للاثاث.

- **نتائج البحث:**

ان مفهوم التصـميم المسـتدام (Sustainable Design). المعنـي بالمحافظـة علـى البيئة ومصادرها وعناصرها ومواردها غيـر المتجددة يعتمد على :

- مـــوارد البيئـــة الطبيعيـــة المتجـــددة Renewable Sources) .

- مباديء التوجيه الربـاعي لاعـادة التطـوير مذكورة في النص :

- قوانين الطبيعة باعتبارهـا اسـتمرارية لـنظم بيئة الطبيعية .

عطاء بيئة مستدامة قائمة علـى مبـادئ البيئـة طبيعية لاصول التصميم المستدام . فميزة التصميم ستدام ، والذي يتوجه اليه العالم اليوم ، هو انه ام مرن يحوي ويسـتوعب ويتعامـل مـع كـل وجهات الاقتصادية و البيئيـة و التكنولوجيـة و سانية :

تحقيق كل ذلك فانـه يتطلـب البحـث وتطبيـق تراتيجيات موضوعية عقلانية تتعامل مع طرفـي عادلة ، وهي النظم الطبيعية والموارد المتجـددة ن جهة ، والنمط الانساني السائد من جهة اخرى فالمبنى الصناعي هو الوسـيط بيـنهم ، لاجـل سيطرة في النهاية على التفاعل الاكبر في النظـام يني والاندماج معه بصـورة متوازنـة لاعطـاء ورة اخرى لعمارة مصانع نابعة من بيئتها لكـن لية معاصرة وممتدة للمسـتقبل لقـدرتها علـى تواء المتغيرات غير المتوقعة .

الاستنتاجات النهائية:

- ان نظم التدفئة والتبريد والاضاءة تنجـز فـي بنية الصناعية اما بواسـطة اضـافة او ازاحـة طاقة.

- ان الفوائد المتاتية من الطاقة الشمسية لاتقتصر لى تجهيز البلدان بالطاقة وتقليل الارتفاع بدرجـة رارة الكون ، بـل تسـهم فـي اغنـاء العمـارة مصنعية بما تضفيه من امتاع خاص.

- بالنسبة للقطر العراقي يمكن استخدام دواليـب رياح. حيث تكون الرياح ساندة . وقرب الواجهات مانية لتوفير مخزون اضافي من الطاقة.

4- ان الكتل الحيوية (الطاقة النباتية) . هي مصدر مرغوب فيه لطاقة 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 من الضـروري جـدا ان تكـون المعالجات التصميمية 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 وفق معـايير يضـاهي الابنيـة الصناعية في العالم .

قائمة المصادر

المصادر العربية:

1. زاهر قادر داود سليمان (2005): "مؤثرات البيئة الطبيعية في تخطيط وتصميم المنشآت الصناعية دراسة ميدانية في المنطقة الصناعية في الزعفرانية"، ماجستير - هندسة معمارية، كلية الهندسة، جامعة بغداد.

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

3. الشركة العامة للتصميم والانشاء الصناعي، المكتبة (2001).

(The " Environmental and Energy" Denmark in the 21 century)

المصادر الاجنبية:

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

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