Journal of Engineering Sciences, Assiut University, Vol. 35, No. 2 pp. 597-615, March 2007

BIOCLIMATIC DESIGN OF TALL BUILDINGS

Rasha Mazen Abdel-Salam, Mohamed Abdel Samea Eid, and Aymen Eissa Abd-Elalim

Faculty of Engineering Assiut University

(Received March 25, 2007 Accepted April 15, 2007)

The concept of tall buildings is determined by the level of civilization and technological progress of the countries, where their heights in some regions can exceed 400 meters. With increasing the importance of the public environmental problems and the rapid increase of tall buildings in city centers, it became necessary to study and define how these buildings are compatible to the environment.

This research aims at surveying the design considerations of tall buildings in order to study the bioclimatic design of these buildings to satisfy the comfort for the building's users over the year by using passive energy sources, which depend on natural ventilation and the utilization of Sun light. This reduces the energy consumption and the associated emission of carbon dioxide and other pollutants of the surrounding environmental.

This research is focused on the study of the design features for tall buildings including service cores (which ensure natural lighting and ventilation for these cores) as well as orientation of the building and defining openings' places in facades (for energy conservation) and natural ventilation (in order to design the spaces in these buildings to move air from outside into inside taking into account the minimum limit of privacy, which is requested by the building's users).

This research is concluded by studying the Commerzbank Headquarters Building in Germany being considered one of the examples of bioclimatically-designed tall buildings.

التصميم المناخي للمباني العالية

م. رشا مازن عبد السلام
مهندسة بمبنى التحكم, شركة مصر الوسطى لتوزيع الكهرباء, أسيوط

أ.د. محمد عبد السميع عيد د. أيمن عيسى عبد العليم
قسم العمارة, كلية الهندسة, جامعة أسيوط.

ملخص البحث

يتحدد مفهوم المباني العالية بمدى مستويات التحضر والتقدم التكنولوجى للدول حيث تصل ارتفاعاتها في بعض المناطق إلى ما يفوق 400 م. ومع تزايد الاهتمام بالمشاكل البيئية العامة والتزايد السريع للمبانى العالية فى مراكز المدن, اصبح من الضرورة دراسة وتحديد مدى الملائمة البيئية لتلك المبانى.

يهدف هذا البحث الى استعراض الاعتبارات التصميمية للمبانى العالية بهدف دراسة التصميم المناخى لتلك المبانى لتحقيق الراحة لمستخدمى المبنى على مدار العام باستخدام مصادر الطاقة السلبية التى تعتمد على التهوية الطبيعية وعلى استغلال ضوء الشمس مما يقلل من استهلاك الطاقة وما يصاحبها من انبعاث ثانى اكسيد الكربون وغبره من ملوثات البيئة المحيطة.

استطرد البحث في دراسة الملامح التصميمية لتلك المبانى العالية شاملة بطاريات الخدمة (التى تضمن توفير الاضاءة والتهوية الطبيعية للخدمات) وكذلك توجيه المبنى وتحديد اماكن الفتحات فى الواجهات (بهدف الحفاظ على الطاقة) والتهوية الطبيعية (بحيث تصمم الفراغات داخل تلك المبانى لتحريك الهواء من الخارج الى الداخل مع مراعاة الحد الأدنى للخصوصية التى يتطلبها مستخدمى المبنى).

وانتهى البحث بدراسة مثال للمبنى الإدارى للبنك التجارى بألمانيا باعتباره أحد المبانى العالية ذات التصميم المناخى.

مقدمة

- يتحدد مفهوم المباني العالية تبعا لمستوى التحضر والتقدم التكنولوجى والامكانيات المتاحة للدول حيث تصل ارتفاعات المباني العالية في الولايات المتحدة الأمريكية في نيويورك مثلا إلى 410 م لمبنى مركز التجارة العالمى وبرج سيزر في شيكاغو إلى 480 م وفي فرنسا يصل ارتفاع مبنى مون بارناس بباريس إلى 210 م[1].
- أما بالنسبة للدول النامية فتنخفض ارتفاعات هذه المباني لتصل إلى حوالي المائة المتر وبصفة عامة تمثل هذه المباني دورا كبيرا في تأكيد الحاجة إلى الارتفاعات العالية وخاصة تلك المبانى

ذات الوظائف التى تتطلب التكرار التصميمى للدور الواحد مثل المباني الإدارية والسكنية[1].

- مع تزايد الاهتمام بالمشاكل البيئية العامة والتزايد السريع للمبانى العالية فى مراكز المدن, اصبح بناء المبانى العالية البيئية حلا بديلا عن المبانى التقليدية من حيث التكلفة ومدى الملائمة للبيئة المحيطة[2].

هدف البحث

يدور هذا البحث حول دراسة اعتبارات تصميم المبانى العالية ودراسة التصميم المناخى لهذه المبانى والاعتبارات التى ترتبط به , وتمتد الدراسة لتشمل احد الامثلة لمبنى عالى ذو تصميم مناخى متميز مع مناقشة الاعتبارات التصميمية فى هذا المثال.

منهجية البحث

اتبع البحث المنهج التحليلى من خلال دراسة الاعتبارات التصميمية للمبانى العالية بصفة عامة , ودراسة التصميم المناخى لتلك المبانى , مع القاء الضوء على أهم الملامح التصميمية لها والتى تأخذ المناخ فى الحسبان واستعراض مثال من الواقع لمبنى عالى تتضح فيه ملامح التصميم المناخى.

1- الاعتبارات التصميمية للمباني العالية :

هناك مجموعة من الاعتبارات التصميمية ترتبط بمنظومة المبانى العالية أهمها :

1-1 تتحدد المساحة المتاحة للمبنى آخذين فى الاعتبار نسبة مساحة الطابق (Floor area ratio) ((FAR) ومساحة الموقع (Site area) بهدف استنتاج نسبة المساحة الصافية للاستخدام الى المساحة الاجمالية[3].

2-1 يتحدد الحيز الحجمي للمبنى بالارتفاع المسموح به والمساحة المتاحة لإقامة المبنى ، وبالتالى يمكن حساب تقديرات التكلفة الابتدائية لإنشاء المبنى والتى تتضمن تكاليف الترخيص وسعر شراء الارض أو إيجارها وتكاليف الإنشاء والرسوم والأجور[3].

3-1 إمكانية توسيع الطرق المؤدية للمبنى وعلاقة حجم المبنى بإمكانية اتصاله بمعدات إطفاء الحريق ، على سبيل المثال إمكانية وصول سيارات المطافىء إلى واجهات المبانى والمدى المسموح به للبدروم وأماكن دخول سيارات الخدمة وأماكن خروجها هذا بالإضافة إلى المتطلبات المرتبطة بتخطيط المدينة[3].

4-1 إمكانية توسيع الطرق المؤدية للمبنى وعلاقة حجم المبنى بإمكانية اتصاله بمعدات إطفاء الحريق ، على سبيل المثال إمكانية وصول سيارات المطافىء إلى واجهات المبانى والمدى المسموح به للبدروم وأماكن دخول سيارات الخدمة وأماكن خروجها هذا بالإضافة إلى المتطلبات المرتبطة بتخطيط المدينة[3].

5-1 دراسة مدى ضمان أماكن انتظار السيارات وكفايتها ومواقع هذه الأماكن سواء كانت هذه المواقع فوق سطح الارض أو فى البدروم ، حيث أن أماكن إنتظار السيارات من العوامل الهامة التى تؤثر فى التكلفة من حيث ارتفاع المبنى والارض المتاح إستخدامها فى الطابق الأرضى[3].

6-1 دراسة مدى ضمان أماكن انتظار السيارات وكفايتها ومواقع هذه الأماكن سواء كانت هذه المواقع فوق سطح الارض أو فى البدروم ، حيث أن أماكن إنتظار السيارات من العوامل الهامة التى تؤثر فى التكلفة من حيث ارتفاع المبنى والارض المتاح إستخدامها فى الطابق الأرضى[3].

7-1 مراعاة التخطيط وبدائل تشكيل الطوابق وتحديد مكان بطارية الخدمة (حيث أن الوضع الأمثل لبطارية الخدمة يزيد من المساحة الصافية للدور) والإرتفاع بين الطوابق وعلاقتها بالمساحة الصافية بين الطوابق ومسافات الهروب من الحريق ومدى تعرض النوافذ لضوء الشمس[3].

8-1 تخطيط وتشكيل المصاعد وما يتطلبه شكل المصعد وحجمه ومستوى كفاءة مسطح الطابق بعد حذف المساحة الخاصة ببطارية الخدمة والحاجة الى توافر أماكن إنتظار واسعة أمام المصاعد وإمكانية توافر مصاعد خاصة تخدم رجال الحريق وإمكانية الفصل بين الطرقات إذا كان المبنى متعدد الأغراض[3].

9-1 مراعاة إدخال النظم الميكانيكية والكهربية ودراسة ما تحتاجه من متطلبات مختلفة من غرف النظم الميكانيكية ونظم التوزيع الكهربى حيث تشغل هذه المتطلبات حيزا من الطابق.

10-1 يجب عمل إختبارات التربة وتحديد مستوى المياه الجوفية لأن ذلك يؤثر على التصميم الإنشائى والمعمارى ومسطح الطوابق وأماكن بطاريات الخدمة وإمكانية وجود بدروم كما يجب دراسة النظام الإنشائى بعناية[3].

11-1 إستغلال الأرض :

1-11-1 الكثافة السكانية المرتفعة ترتبط بمدى إمكانية إستغلال الأرض وبالتالى تعتبر من أسباب إنتشار المبانى العالية [4].

2-11-1 هناك مدن لا يوجد بها مجال للإختيار حيث يتحتم إنشاء المبانى العالية ومنها على سبيل المثال سنغافورة حيث يحيط بها محيط مائى من جميع الجهات مما يحد من إمكانية الإنتشار الأفقى وتؤكد ضرورية التعمير فى الإتجاه الرأسى[4].

3-11-1 فى بعض الدول يكون تعداد السكان ثابتاً فيكون الطلب على المبانى العالية محدوداً مثلما يحدث فى بعض دول أوربا الغربية وجزء من أوربا الشرقية ، ولكن فى معظم دول العالم يزداد معدل النمو وتعداد السكان وهذا يعنى أنه يجب أن يتضاعف عدد المبانى ومن هنا

يتم اللجوء إلى المبانى العالية من أجل الإستغلال الأمثل لقطعة الأرض. وبالتالى فإن إقتصاديات المبانى العالية تتطلع إلى أكبر مساحة داخلية لكل دور وأكبر مساحة إجمالية للمبنى ، ومن أجل تحقيق هذه الأهداف الإقتصادية فإنه يجب تطبيق معايير التصميم التالية[3] :

- سمك الحوائط الخارجية يكون أقل ما يمكن.
- تقليل حجم الأعمدة الراسية إلى الحد الأدنى الآمن.
- تقليل سمك الكمرات الأفقية.
- أقل إرتفاع مسموح به بين الطوابق.

وحيث أن كل المعايير السابقة تمثل بكل وضوح الوفرة فى التكلفة ، على سبيل المثال فإن إستخدام حوائط خارجية ذات سمك قليل يقلل من حجم الأعمدة ، كما أن أقل سمك للكمرات الافقية وأقل ارتفاع بين الطوابق يقلل من تكلفة الإنشاء[3].

كل هذه الاعتبارات السابقة يجب ان تدرس بالتفصيل بواسطة المصمم عند البدء فى تصميم المبانى العالية ويظل التصميم ما هو إلا مخطط للمشروع المقترح ثم يحال للدراسة بواسطة اقتصاديين متخصصين وتحدد هذه الدراسات تطور التصميم فى مراحله التالية ، وهذه الإعتبارات التصميمية تزود المالك والمصمم بالأبعاد الأساسية التى تطرح للمناقشة من حيث القيود على الإرتفاع المسموح به للمبنى وتشكيل المبنى وعلاقته بالتخطيط العام للموقع ومدى موافقة الجهة الإدارية وكذلك الجهات المختصة بتمويل المشروع وفى بعض الحالات تكون الفرص المتبقية للمعمارى هى تطوير الملامح التسويقية للمبنى (حيث أن هذه الملامح يمكن أن تزيد فرص المبيعات فى المبنى) وعموما فإن المبانى العالية هى بكل تأكيد مشروع مكلف وضخم ويتضمن إلتزامات ودراسات متطورة[3].

وهذا يثير تساؤلا هو لماذا تبدو معظم واجهات المباني العالية متشابهة في كل الجهات بينما تتنوع الجوانب البيئية المحيطة (جوانب فيزيائية – جغرافية) لكل واجهة من الواجهات عن الأخرى , وردا على هذا السؤال فإن المباني العالية تتطلب تصميماً مناخياً يختلف من مبنى لآخر ومن واجهة إلى أخرى[3] وهذا هو محور البحث الحالي.

2- التصميم المناخي للمباني العالية :

يعتبر التصميم المناخى من الأساليب الحديثة التى اتبعت مؤخراً فى تصميم المبانى العالية.

2-1 أهم أسس التصميم المناخى :

2-1-1 التصميم المناخى للمبانى العالية يتطلب معالجة الواجهات بحيث تتمشى مع مسارات أشعة

الشمس التى تختلف من واجهة إلى أخرى على مدار اليوم والسنة[3].

كما أن التصميم المناخى لأى مبنى يهدف إلى تحقيق الراحة الحرارية على مدار العام لمستخدمى المبنى بإستخدام مصادر الطاقة السلبية والتى تقلل من إستهلاك الطاقة بقدر الإمكان حيث يتم الإعتماد على التهوية الطبيعية وإستغلال ضوء الشمس فى فراغات المصاعد والسلالم , وهذا ينعكس بدوره على التصميم وإنخفاض التكلفة[3].

2-1-2 لذلك يمكن أن نعرف المباني العالية من الناحية المناخية على أنها مبنى مرتفع شكله البنائى يتشكل بالتصميم وإستخدام تقنيات سلبية ذات طاقة قليلة ترتبط بمناخ الموقع لينتج مبنى عالى يتفاعل مع البيئة من حيث قلة إستخدامه للطاقة في تشغيله وفي كفاءة أداءه العالية , لذلك فإن الغرض الأساسي للمدخل المناخى للتصميم يتضمن فهم وإدخال النواحى البيئية للمبانى العالية لتساهم في إبراز الشكل المعمارى ويكون الناتج مبنى ذو جودة عالية , ويعتبر أفضل بيئيا من نظيره المعتاد في التصميم بالإضافة إلى ذلك فإنها أفضل من الناحية الجمالية لسكانها[2].

3-1-2 إن التصميم المناخى للمبنى إذا اخذ في الإعتبار فإنه يؤدى حتمياً إلى حيود عن معايير التصميم الإقتصادية حيث تكون تكلفة بناءه أعلى من نظيره العادى الذى لم يأخذ مناخ الموقع في الإعتبار , فعلى سبيل المثال فإن عمل كاسرات الشمس في الواجهات يتسبب في زيادة سمك الحوائط الخارجية , كما أن وضع فراغ المصعد على الواجهة يعتبر أقل كفاءة في إستخدام الحيز على عكس لو تم وضعه داخل المبنى , ولكن لما كان الهدف من التصميم المناخى للمبانى العالية هو تقليل تكلفة الطاقة على مدار عمر المبنى والتى تظهر في تقليل إستهلاك الطاقة المستخدمة في تشغيل المبنى حيث يمكن أن تصل الوفرة في الطاقة على مدار عمر المبنى إلى 30 – 60 % ، ويرجع السبب في ذلك أن معظم التكلفة تكون في مجال التشغيل خلال عمر المبنى لذلك فإن هذه الوفرة الملموسة في تكاليف التشغيل تؤكد أهمية إستخدام التصميم المناخى في المباني العالية برغم التكلفة الإبتدائية العالية , كما أنه يوجد عامل هام آخر من تطبيق المدخل التصميمى المناخى وهو الفائدة التى تعود على مستخدمى تلك المباني ، حيث توفر بيئة أفضل وتهوية طبيعية جيدة مما ينعكس بدوره على زيادة إنتاجية هؤلاء السكان كما أنه يعطى الفرصة لمستخدمى المبنى لمعايشة البيئة الخارجية للموقع وتغيرها على مدار فصول العام على عكس المباني العادية حيث يقضى مستخدمى المبنى ساعات العمل (نسبة ملموسة من اليوم) في بيئة صناعية تظل كما هى على مدار العام.

4-1-2 ومن المعروف أن تقليل الطاقة المستهلكة يقلل من انبعاث ثانى أكسيد الكربون والمخلفات

الحرارية والتى بدورها تقلل من تلوث الهواء حيث أن كل كيلووات من الطاقة يتم المحافظة عليه في المبنى يقلل من التأثير السلبى على البيئة وبالتالى يبشر بمستقبل أفضل.

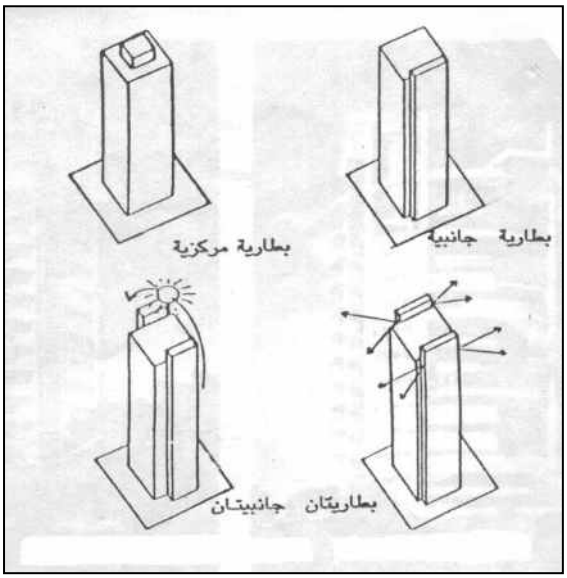
2-1-5 إن المناخ السائد في الموقع يعتبر أكثر العوامل ثباتاً فمثلاً على مدار فترة طويلة من الزمن (مثلاً 100 سنة) تتغير الثقافة والسياسة ومظاهر الجمال في أي مكان بينما يظل المناخ ثابتاً إلى حد ما في تغيراته على مدار السنة من فصل إلى فصل بإستثناء تغيرات طفيفة ومحدودة في درجات الحرارة وسقوط الأمطار وبالتالى فإن التصميم المناخى للمبنى فى الموقع ذاته لا يتغير مع الزمن[3].

2-1-6 في حالة تطبيق المباني العالية في المناطق الحارة بدون إستخدام التصميم المناخى نجد عدم إقتصادية هذه المباني حيث أنها تشكل أحمالاً ضخمة من التبريد مما يعد إهداراً للطاقة , لذلك فإن المعمارى الماليزى Ken Yeang ممن إهتموا بهذا الموضوع وتوصل إلى أسلوب مناسب لإنشاء المباني العالية المناسبة للأجواء الحارة والإستفادة من الطاقة الطبيعية المتوفرة[5].

2-2 أهم الملامح التصميمية للمبانى العالية الى تأخذ التصميم المناخى فى الإعتبار :

2-2-1 وضع بطاريات الخدمة Service core [5]:

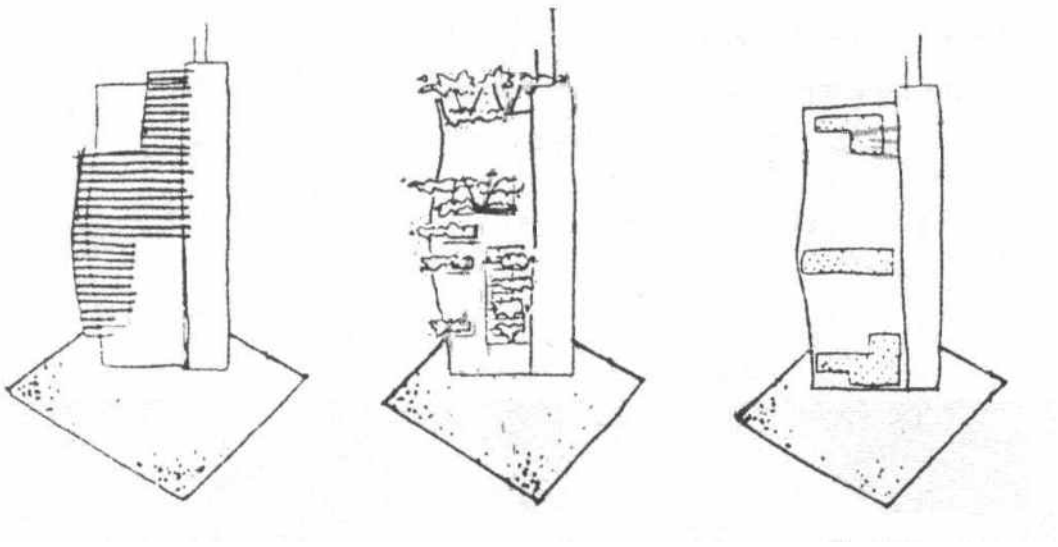
تؤثر بطاريات الخدمة على السلوك الإنشائى للمبنى وأيضاً على السلوك الحرارى حسب وضعها بالمبنى , وتاخذ هذه البطاريات ثلاثة أوضاع أساسية : بطارية مركزية – بطارية مزدوجة – بطارية جانبية. وفي المناطق المدارية الحارة يفضل وضع البطارية على الواجهات الخارجية الأكثر تعرضاً للشمس (الواجهات الشرقية والغربية) , وبالتالى فإن البطارية المزدوجة على جانبى المبنى تكون أكثر ملائمة حيث توفر الحماية للفراغات الداخلية. فقد أثبتت الدراسات أن أحمال التبريد تصل إلى أدنى معدلاتها لدى تطبيق نظام البطارية المزدوجة في اتجاهى الشرق والغرب بينما تأتى الفتحات في الواجهة الشمالية والجنوبية. كما أن نظام البطاريات الخارجية يوفر الإضاءة والتهوية الطبيعية للسلالم ودورات المياه مما يوفر في استهلاك الطاقة سواء في التهوية أو الإضاءة الصناعية , كما فى شكل (1).



شكل (1) : الأوضاع الأساسية لبطاريات الخدمة[5].

2-2-2 توجيه المبنى Building orientation :

غالباً ما تكون المباني المرتفعة أكثر عرضة لتأثير الحرارة الخارجية والإشعاع الحرارى وبالتالى فإن توجيه المبنى يكون له تأثير مباشر على الحفاظ على الطاقة حيث تستخدم الفتحات الزجاجية فقط في الواجهات الأقل تعرضاً للشمس (الواجهات الشمالية والجنوبية) في المناطق المدارية , أما في الواجهات الأكثر تعرضاً للشمس (الواجهات الشرقية والغربية) فتستخدم بعض العناصر والأساليب المعمارية للتظليل مع الأخذ في الإعتبار كمية الإضاءة المطلوبة في الفراغات الداخلية وتشمل النوافذ الغاطسة والتراسات والأفنية المعلقة التى تعمل كفراغات عامة بجانب وظيفتها للتظليل مع إمكانية إستخدام الفتحات الزجاجية خلفها لرفع مستوى الإضاءة في فراغات العمل الداخلية , كما تعمل هذه التراسات كأماكن للتفريغ في حالات الطوارىء أو كفراغات مرنة لإضافة بعض الخدمات المستقبلية عند الحاجة[5]. ويتضح ذلك فى مبنى Shanghai Armoury Tower بماليزيا الموضح بشكل (2) [3].



استخدام الأفنية المعلقة على الواجهات المتعرضة للشمس	استخدام التشجير في الواجهات المتعرضة للشمس	وضع كاسرات شمس وكاسرات رياح متحركة على الواجهات المتعرضة للشمس

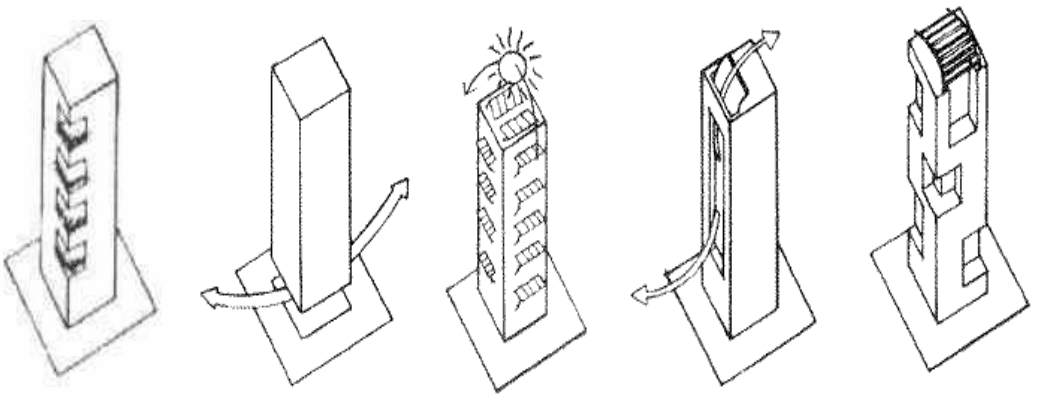
شكل (2) : أساليب التصميم المستخدمة فى مبنى
Shanghai Armoury Tower بماليزيا [3].

2-3 التهوية الطبيعية العابرة Cross ventilation :

2-3-1 تعتبر من أهم محددات التصميم التى يجب مراعاتها في المباني العالية في المناطق الحارة المدارية وتتم التهوية الطبيعية من خلال الفراغات الانتقالية الضخمة متعددة الطوابق سواء في المناطق المركزية أو على الأطراف وتكون الفراغات انتقالية فى المبانى العالية (مماثلة للممرات التقليدية المستخدمة في المساكن التقليدية) لتعمل على تحريك الهواء من الخارج إلى الداخل , كما يمكن أن تعمل الحوائط الخارجية كملاقف للهواء لتهوية الفراغات الداخلية[5] كما بشكل (3).

2-3-2 يجب أن يتلائم المسقط الأفقى للمبنى مع الظروف المناخية للمنطقة من حيث حركة الهواء بين الفراغات وتوفير الإضاءة الطبيعية للفراغات الداخلية ، كما يجب أن يوفر التصميم حداً أدنى من المتطلبات الإنسانية لمستخدمى الفراغ من حيث التنوع فعلى سبيل المثال يمكن توفير التراسات متعددة الطوابق أو الأفنية السماوية المعلقة كفراغات تجميعية بجانب عملها كفراغات لتهوية الأدوار العليا من المبانى[5] كما بشكل (3).

3-3-2 لتفادى العيوب المأخوذة على المبانى العالية الحالية من حيث إرتفاعها وتشكيلها وتأثيرها فى النسيج العمرانى للمدينة يفضل أن تفرغ الأدوار الأرضية وتفتح على الخارج أولاً لتحقيق تهوية جيدة بالإضافة إلى ربط المبنى بالمحيط الخارجى خاصة إذا ما استغل المصمم نظام الأتريوم المفتوح لتحريك الهواء داخل المبنى وربط الفراغات الداخلية بالفراغ الخارجى ، كما تلعب الخضرة والتشجير دوراً حيوياً فى التصميم ليس فقط من الناحية الجمالية ولكن أيضاً من الناحية الوظيفية كأداة لتبريد المبنى ويكون التشجير رأسياً على الواجهات الخارجية وفى الأفنية المعلقة فى الأدوار العليا ويوضح ذلك شكل (3) [5].



شكل (3) : الأساليب المعمارية التى يمكن استخدامها فى المبانى العالية[6].

3- المبنى الإداري للبنك التجاري The Commerzbank Headquarters

1-3 مقدمة [7]:

بدء إنشاء هذا المبنى فى عام 1994 فى فرانكفورت بألمانيا وإستغرق بناؤه أربع سنوات وبلغ عدد طوابقه 56 طابق بارتفاع يصل إلى 298 متر وتم تصميمه بواسطة فوستر وشركاه Foster and partners.

3-2 تصميم المبنى:

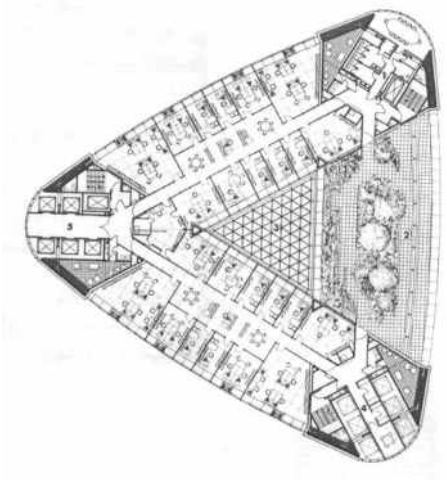
3-2-1 يعتبر من المباني العالية في أوربا حيث يصل ارتفاعه إلى 258 م مع سارية Mast بإرتفاع 40 م في قمة المبنى , وتتكون قاعدة المبنى من 7 طوابق تشمل محلات

ومساحات سكنية وصالة تسع لـ 500 فرد وأماكن لجراجات تشمل 300 سيارة و200 دراجة[8].

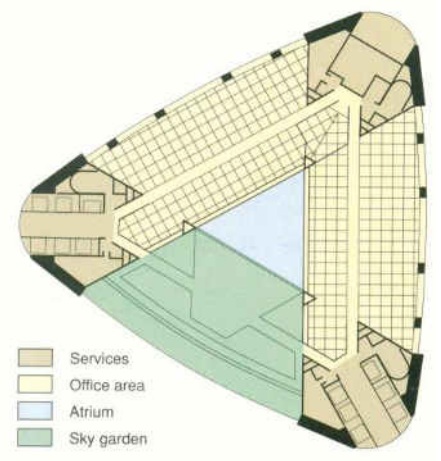
3-2-2 استلزم الأمر عمل مسقط أفقى غير تقليدى مثلث الشكل ومتساوى الأضلاع ولكن أضلاعه مستديرة عند الأطراف لتحسين كفاءة إستغلال الحيز[8].

3-2-3 تم وضع بطارية المصاعد والسلالم والحمامات موزعة فى أركان المبنى المثلثى الشكل بكامل إرتفاع المبنى , ويتوسط المبنى فناء مفصول بغشاء زجاجى أوحديدى كل 12 طابق ويستخدم هذا الفناء كعمود للتهوية بين الحدائق السماوية ويتضح ذلك فى شكل (4&5) [7].

3-2-4 لتقليل تأثير المبنى من حيث الظل والرؤيا على المناطق المجاورة أنشئ المبنى على الشارع وتم توجيهه بمهارة بحيث تكون الرأس الجنوبية الغربية تواجه مبنى مرتفع قريب (برج الستينى The 60s slab tower) بحيث يسمح للضوء أن يصل إليه وفي نفس الوقت يفسح مجال الرؤيا لهذا المبنى[9].



شكل (4) : الدور المتكرر لمبنى البنك التجاري الإداري [9] Commerzbank headquarters



شكل (5) : مخطط لتوزيع الاستخدامات لمبنى البنك التجاري الإداري [9] Commerzbank headquarters

3-3 العناصر الأساسية فى تصميم المبنى :

3-3-1 الحدائق السماوية:

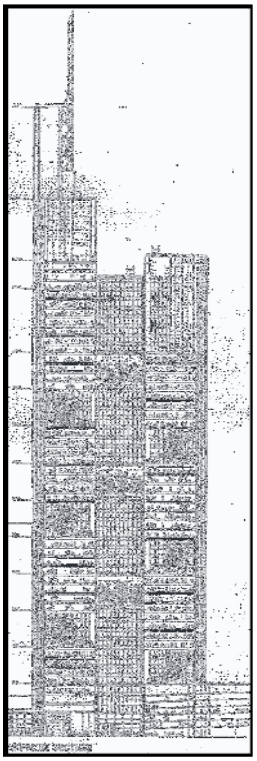
- يعتبر هذا المبنى مبنى رائد حيث أنه من أوائل المباني التي استخدمت الحدائق السماوية لتضمن لقاطنيها الراحة والمنظر الجيد[8].
- قسمت كتلة المبنى إلى خمس وحدات رأسية كل منها يشمل 12 طابق وتقسم كل وحدة بدورها إلى 3 أجزاء يشمل كل جزء 4 طوابق وكل جزء يتضمن حديقة سماوية تغير اتجاهها من ضلع إلى ضلع من أضلاع المثلث في كل جزء مكونة حلزون Spiral على مدار إرتفاع المبنى حتى يصل إلى قمة المبنى في الطابق الـ 60. كما تعمل هذه الحدائق على تفادى الإتساعات الكبيرة في أماكن المكاتب المستمرة , لهذا فإن الحدائق الموضوعة حول المبنى أصبحت علامة مميزة للمبنى الإداري للبنك التجاري ويعتبر الـ Layout للمبنى كأنه قرية Village تتمثل في تجمعات من الحدائق كما فى شكل (6) [8].
- تسمح هذه الحدائق السماوية لضوء النهار أن يصطدم بالواجهة الداخلية لكل جناح مكتبى محققة كود المباني في ألمانيا[8].
- العاملين داخل المبنى يتوفر لهم إضاءة طبيعية ومناظر جميلة من خلال هذه الحدائق كما نجد أن العاملين يفضلون أن تطل مكاتبهم على تلك الحدائق التي ترتبط بالفناء المركزي الذي يعتبر بمثابة مدخنة Chimney للتهوية الطبيعية كما في شكل (8) , وينعكس ذلك على زيادة إنتاجية العاملين بالمبنى وبالتالي يزداد مردود هذه الأنظمة في الاستثمار حتى لو كانت زيادة الإنتاجية بنسبة 1 % فقط[10].

3-3-2 الواجهة المناخية :

- هى عبارة عن غلاف مزدوج ليساوى بين الطقس داخل وخارج المبنى كما أنه يمثل إبداعاً في التصميم ليسمح للأشخاص أن تتحكم في الجو المحيط بهم من خلال النوافذ المتحركة وأنظمة مظلات الشمس[8].
- تم تصميم النوافذ بطريقة مبتكرة حيث يتكون السطح الخارجي من لوح زجاجي يعكس الرياح العالية والأمطار ثم يوجد بعد اللوح الزجاجي بـ 16.5 سم فتحة تهوية Ventilation cavity يتحكم فيها شباك حصيرة Venetian blind تتحرك آليا لتحجب أشعة الشمس ولكن السطح الداخلي به مفصلات Hinged للشبابيك تفتح إلى أعلى وإلى أسفل , وهذه المفصلات تتحرك يدوياً أو آليا طبقاً لنظام التحكم الإليكتروني لإدارة المبنى آخذين في الاعتبار حدود درجات الحرارة في الداخل (27درجة مئوية كحد أقصى في الصيف و5 درجات مئوية كحد أدنى في الشتاء) وشدة الرياح والشمس والرطوبة خلال المبنى. فيعمل نظام التحكم في السيطرة على

فتحات النوافذ والستائر وهذا يمنع من زيادة درجة الحرارة أو ضغط الهواء عن المطلوب , ولتقليل الضوضاء الناشئة عن حركة الهواء خلال الحيز من أعلى إلى أسفل في الطبقة الخارجية توجد أنظمة هوائية مصممة خصيصاً لتجعل التهوية طبيعية وصامتة[8].

- نجد أن القوانين الألمانية تشترط الراحة لمستخدمي المبنى في ظروف العمل بالإضافة إلى التهوية والإضاءة الجيدة لمكان العمل طبقاً لكود المباني في ألمانيا والذي ينص على أن العاملين يجب ألا يبعدوا أكثر من 7.5 متر من النوافذ كما في شكل (9) [9].



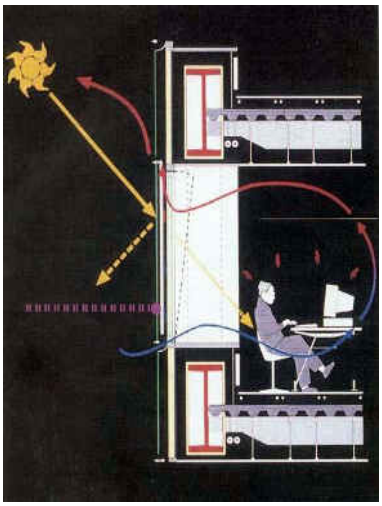
شكل (6) : قطاع رأسي يوضح الحدائق السماوية الموجودة بالمبنى[11].

شكل (7) : واجهة مبنى البنك التجاري الإداري[11].

شكل (8) : يوضح الحديقة السماوية الموجودة كل أربعة طوابق[11].

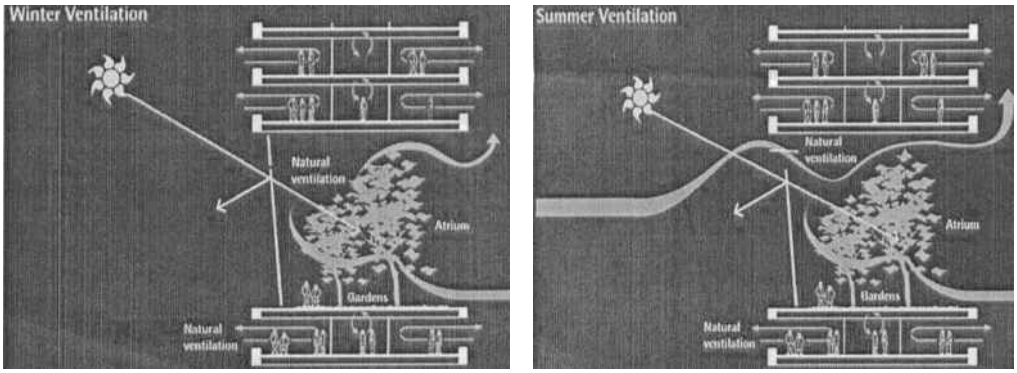
شكل (9) : يوضح عدم بعد العاملين أكثر من 7.5 متر من النوافذ طبقاً لكود المبانى فى ألمانيا [11].

- نجد أن العاملين بالمكاتب يستطيعون التحكم فى النوافذ , بينما تتحكم أنظمة الكمبيوتر فى فتحات النوافذ الموجودة فى المناطق العامة [12].
- ثبت أن إضاءة الجزء الداخلي للمبنى كانت عاملاً تصميمياً هاماً , وبما أن المكاتب في المبنى تلتف على امتداد كل من الواجهات الداخلية والخارجية , فالمكاتب على الواجهات الداخلية تتطلب أن تزود بإنارة خارجية واسعة طبقاً للقانون الألماني وهذا يتاح على مدار اليوم لأن الحدائق السماوية تدور حول المبنى لتجذب الضوء في كل أوقات اليوم[8].



شكل (10) : يوضح الرسم قطاع لواجهة المبنى حيث يراعى فيه سحب الهواء النقى وطرد الهواء القديم وذلك يتم فى نفس المساحة خلال الواجهة كما أن التصميم مزود بفاصل بين دخول وخروج الهواء مما يجعل التهوية أكثر فاعلية[11] .

- توضح الرسومات بشكل (11) إمكانية نفاذ الضوء إلى الحيز الداخلى لفناء المبنى في الصباح وبعد الظهر خلال الصيف والشتاء : فعندما تكون الشمس منخفضة في السماء فإن الضوء ينفذ من خلال واجهات الحدائق السماوية , أما عندما تكون الشمس عالية في السماء فإن السقف الزجاجى أعلى الفناء يسمح للضوء بالنفاذ والذى من خلاله ينعكس الضوء ذهاباً وإياباً على الطول الكلى للفناء[8].



شكل (11) : نفاذ الضوء فى الفناء خلال فصلى الصيف والشتاء[8].

3-3-3 الأنظمة الميكانيكية والحرارية:

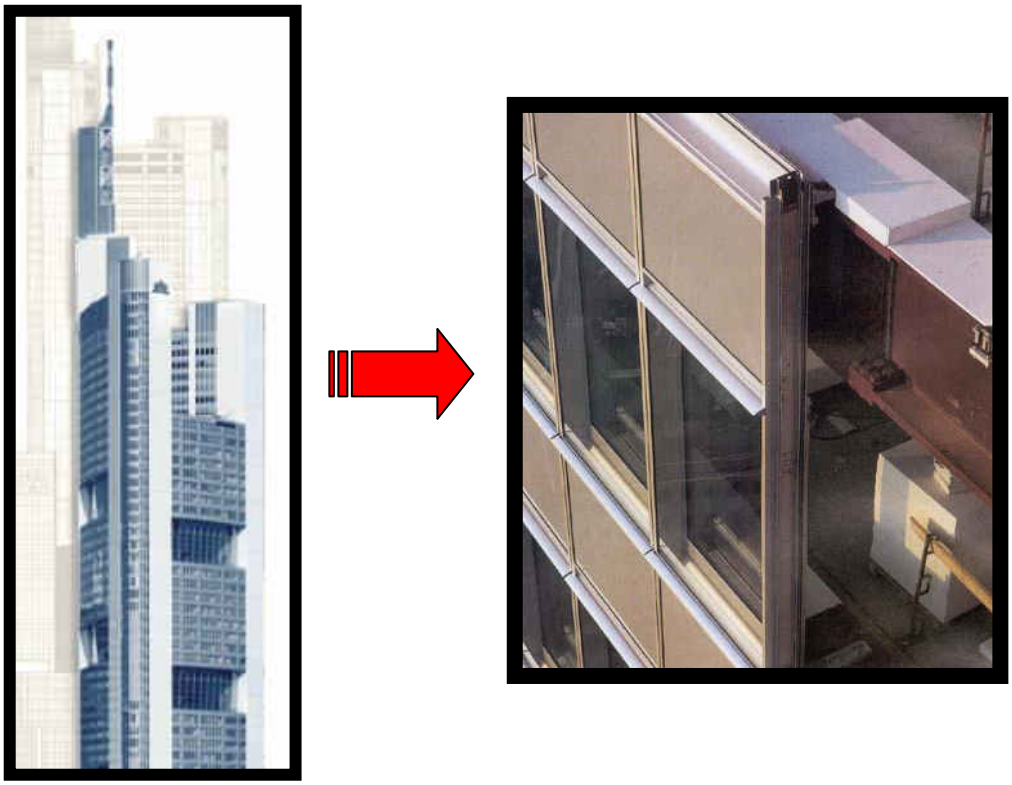
- تستغل الأنظمة الميكانيكية التهوية الطبيعية فى التبريد والتدفئة للمبنى ، بالنسبة للتبريد تعمل التهوية الطبيعية على تبريد مواسير مياه موجودة بالسقف تستغل فى تبريد المبنى بالإضافة إلى

التهوية الطبيعية عن طريق النوافذ , أما بالنسبة للتدفئة فتوجد مشعات حرارية Radiators تحت الأرض لتوفر الحرارة عند الطلب [8].

- يراعى في هذه الأنظمة تقليل مساحة السطح الخارجى حيث تقل كمية الحرارة المتبادلة بين الداخل والخارج ففي الشتاء تقل كمية الحرارة المفقودة من الداخل إلى الخارج , وبالتالى يقل الطلب على إستخدام معدات التدفئة داخل المبنى وعلى العكس في فصل الصيف فتقل كمية الحرارة التى تنفذ من الخارج إلى الداخل وبالتالى يقل إستخدام تكييفات الهواء[12].
- لذلك فإن نظام التهوية الطبيعية فى المبنى يوفر راحة كافية في 60 % من العام وعندما ترتفع درجة الحرارة والرطوبة الخارجية فإن ذلك يستدعى تشغيل أنظمة تكييف الهواء أوتوماتيكياً وتقوم أنظمة التحكم بالمبنى بغلق النوافذ أوتوماتيكياً. كما يتم تكييف الهواء بواسطة سقف معزول. أما التدفئة في الشتاء فإنها تأتى من أنظمة تدفئة موجودة بالسقف[12].

4-3 النظام الانشائى :

- لمواجهة الإتساعات الكبيرة الخاصة بالحدائق السماوية إستلزم الأمر إعطاء أهمية كبيرة إلى الجانب الإنشائى للمبنى , وكان أول شئ هو المسقط المثلثى الشكل الذى يعتبر الدعامة الإنشائية لتثبيت المبنى[9].
- نجد أن السلالم والمصاعد والخدمات موضوعة في بطارية في كل ركن من الأركان الثلاثة للمبنى. يوجد زوجان من الأعمدة الرأسية تحيط بأركان بطارية الخدمة حيث يتم تدعيم كل 8 طوابق متتالية بـ Virendeel beams والتى توفر امتدادات واسعة للمكاتب في الطوابق كما وفرت الـ Virendeel beams عدم وجود أعمدة في المكاتب كما جعلت الحدائق خالية من الأعمدة الإنشائية ويوضح ذلك شكل (12) [12].
- من الصعب تنفيذ مباني بهذه الضخامة في الارتفاع بالخرسانة المسلحة لأن معنى ذلك قطاعات كبيرة من الأعمدة ، ولكن كانت الأعمدة الحديدية في المبنى وراء المظهر الجذاب الذي أتاحته الحدائق السماوية وعليه كانت رغبة الملاك أن يدفعوا نقودا أكثر ليزيدوا من إعجاب مستخدمي المبنى[8].
- وبالرغم من أن المباني العالية التقليدية بمخططاتها واعتمادها الكلى على الأنظمة الميكانيكية ونظم الإضاءة ربما تكون اقتصادية من حيث تكلفتها في البداية Capital cost ولكن مع الأخذ في الاعتبار تكاليف التشغيل العالية على مدار عمر المبنى Running cost فإن هذه المباني تكون مكلفة بالمقارنة بالمباني العالية التي تأخذ التصميم المناخي في الاعتبار[12].



شكل (12) : إستخدام الـ Virendeel beams فى واجهات المبنى[11].

أما المبنى الإداري للبنك التجارى وبالرغم من أنه يعد من أعلى المباني العالية بيئياً في العالم لكنه ضمن لقاطنيه الراحة وحسن إستغلال البيئة حيث أنه مبنى على أساس عوامل تصميمية بيئية تتضمن إعتبارات هامة مثل[8]:

1- استغلال الطاقة البيئية بهدف تقليل الطاقة التى تعتمد على الوقود.
2- الاعتماد على التهوية الطبيعية بصورة كبيرة.
3- المحافظة على الصحة والمتعة لقاطنى المبنى بإنارة الحيز المكتبى بضوء النهار.
4- السماح لقاطني المبنى بالاستمتاع بالهواء الخارجى من خلال نوافذ يسهل التحكم فيها ويتمتعوا بمطل جيد من خلال الحدائق السماوية الموجودة بالمبنى.
5- إعادة الإستفادة من مياه الصرف فى أغراض التبريد بعد معالجتها.

لذلك قوبل المبنى بالمدح والثناء وأطلق عليه عدة مسميات منها : Frankfurts & المبنى البيئي Eco tower & عمود الإعلان Column of advertising & المبنى العالى الصديق للبيئة Eco - friendly high rise tower [12]

4- النتائج

1- الغرض الأساسى للمدخل المناخى للتصميم يتضمن فهم وإدخال النواحى البيئية من الداخل والخارج للمبانى العالية.
2- التصميم المناخى يهدف إلى تحقيق راحة على مدار العام لمستخدمى المبنى بإستخدام مصادر الطاقة السلبية.
3- المبانى العالية التى تأخذ التصميم المناخى فى الإعتبار تحسن استغلال التهوية الطبيعية وضوء الشمس مما ينعكس على وفرة فى كمية الطاقة التقليدية المستخدمة.
4- تطبيق التصميم المناخى فى المبانى العالية يعطى الفرصة لمستخدمى المبنى لمعايشة البيئة الخارجية للموقع وتغيرها على مدار فصول العام.
5- أخذ التصميم المناخى فى الإعتبار فى المبانى العالية يسبب وفرة فى التكلفة فى مجال التشغيل خلال عمر المبنى.
6- المبانى العالية ذات التصميم المناخى تعتبر أفضل بيئياً من نظيرتها المعتادة فى التصميم بالإضافة إلى ذلك فإنها أفضل من الناحية الجمالية لسكانها.

5- التوصيات

إن الكثافة السكانية فى تزايد مستمر وبالتالى كانت ضرورة اللجوء للمبانى العالية لحل هذه المشكلة , ويتطلب ذلك دراسة الإعتبارات التصممية لتلك المبانى مع أخذ المناخ فى الاعتبار عند التصميم حيث يعتبر أكثر العوامل ثباتاً على مدار فترة طويلة من الزمن وذلك من خلال إتباع منهج تحليلى واضح يمكن إختصار أهم أسسه بالتالى :

1- يمكن بناء المبانى العالية فى المناطق التى تكون فيها مساحة الأرض محدودة وسعرها مرتفع من أجل الإستغلال الأمثل لقطعة الأرض مثل مراكز المدن الكبيرة.
2- مراعاة أخذ المناخ فى الإعتبار عند تصميم المبانى العالية بهدف توفير الراحة لمستخدمى المبنى حيث توفر بيئة أفضل وهذا ينعكس على زيادة انتاجية مستخدمى المبنى.
3- مراعاة التصميم المناخى يهدف إلى إستخدام تقنيات سلبية ذات طاقة قليلة حيث تعتمد على التهوية والإضاءة الطبيعية وذلك يعطى الفرصة لمستخدمى المبنى لمعايشة البيئة الخارجية للموقع وتغيرها على مدار فصول العام.
4- مراعاة التصميم المناخى يهدف الى تقليل تكلفة الطاقة على مدار عمر المبنى والتى تتمثل فى تقليل الطاقة المستخدمة فى مجال التشغيل خلال عمر المبنى.

6- المراجع

1- هدى عادل المصرى (1995) , "المبانى شاهقة الارتفاع ", المؤتمر المعمارى الثانى (الخبرات العلمية والتطبيقية للتنمية العمرانية فى صعيد مصر) , قسم الهندسة المعمارية , كلية الهندسة , جامعة الزقازيق.

2- Joyce Hor Yan Law, Reconsider the design of high-rise buildings toward sustainable bioclimatic architecture , http://www.csdesign.epsa.uq.edu.au/filebase/10200.Uqsdf/10395.New_direct/10398.StudentRes/notcontent/10866.JoyceAnzas.pdf

3- Yeang, k. (1996), "The skyscraper", (The skyscraper bioclimatically considered) (A design primer), London, U.K.

4- Beedle .L. S. (1986) "The role of tall buildings", (Tall buildings in urban context), Eds. Ackerknecht, D. and Assaf, S., College of Environmental Designd, University of Petroleum & Minerals, Dhahran, Saudi Arabia.

5- كن ينج – بحث مترجم (1994) , "اسس تصميم المبانى المرتفعة فى المناطق الحارة والمدارية " , عالم البناء , القاهرة : العدد147.

6- Ken Yeang , Bioclimatic architecture II , http://www.euchinabrc.com/down/course%20materials/Passive%20design/bioclimatic%20architecture.pdf

7- Zacnic I., Smith M., Rice D. (1998),"100 of the world's tallest buildings", (Council on tall buildings and urban habitat), Hong Kong.

8- Bill Chan#00064012 , Commerzbank.Frankfurt.Foster and partners , http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/pdf/Chan.pdf

9- Christian Noble , Architecture 489, Commerzbank:A Sustainable Skyscraper, http://web.utk.edu/~archinfo/a489_f02/PDF/commerzbank.pdf

10- Will Pank , Herbert Girardet and Greg Cox , Tall buildings, sustainability and the city, http://www.cityoflondon.gov.uk/NR/rdonlyres/DE3830FE-D52D-4B10-B8B6-AB8EEB001404/0/BC_RS_tallbuild_0202_FR.pdf%20

11- Liakos Ben and Ariston Mckay , Commerzbank Headquarters Frankfurt,www.ce.jhu.edu/perspectives/projects2003/Ben%20and%20Liakos/Commerzbank_Headquarters.ppt

12- Sheila J Bosch, Green Architecture: Symbolic Sustainability or Deep GreenDesign?,http://maven.gtri.gatech.edu/sfi/resources/pdf/TR/Symbolic%20sustainability.pdf