سلوك المبنى تجاه البيئة المناخية في ضوء نظرية الفعل ورد الفعل

أرقـم عبد الحميدأحمد
جامعـة ذمـــــــار
ذمـــــار - اليمـــن

د. مقداد حيدر الجوادي
الجامعـة التكنولوجيـة
بغـــداد - العـــراق

الملخـــــــــــص:

يأتي هذا البحث استكمالا لجهود الباحثين السابقة في مجال قياس كفاءة الأشكال البنائية تجاه المؤثرات الحرارية للبيئة المناخية، وصولا الى تحقيـق الشكل الأمثل لغلاف المبنى .

ويشير مبدأ الشكل المثالي الى محاولة مجانسة تأثير القوى عليه وبالتالي الحاجة الى أقل طاقة ممكنةللمحافظة على الشكل وخصائصه المميزة.

ويكون الشكل الأمثل تجاه المؤثرات المناخية ناتج لمراحل ثلاثة(مرتبة ترتيبا منطقياً):

- مرحلة تاثير الفعل ..... (قياس تأثير الأحمال الحرارية على المبنى) .
- مرحلة التكيف ..... صياغة العلاقة بين الأحمال الحرارية (الفعل) والشكل (رد الفعل).
- مرحلة رد الفعل ..... (انتاج الشكل) .

وقد أعتمد البحث ، كمنطلق له،واساساً لفرضيته، أعمال؛(Markus T. A) و (Knowles, R) فتوصل بذلك الى استنباط مفهوم جديد للشكل الأمثل هو (THERMAL HEMISPHERE)

The Shape and The Environment

Building Behavior Against Climatic Environment from the light of action and Reaction Theory

Arqam Abdulhameed Ahmad
Department of Architecture
University of Thamaar
Thamar- Yaman

Dr. Miqdad Haidar Al-Jawadi
Department of Architecture
University of Technology
Baghdad-Iraq

Abstract

This research is coming as a completion to the to the previous researcher potential on the field of measuring thermal efficiency evaluation for building shapes, according to climatic thermal environment, in order to reach optimal thermal building shape

The principal of optimal Thermal Shape pointed up that it is an attempt to have an equivalent forces effect on building envelope, in order to minimize the needed energy to restore the shape and the distinctive properties.

The ideal shape towered climatic effects is a result of three stages

- Action effect stage … (The measure of building thermal load)
- Adaptation stage …The formulation of the relation between thermal load (The action) and the building shape (The reaction).
- Reaction stage …..(The formulation of the shape).

The research use as a base of this study the work of (Markus T.A.) and (Knowls R.) and as a result, the research reach a new concept to thermal optimal shape call it (THERMAL HEMISPHERE).

المقدمـــــــــة

تتسابق جهود الباحثين في مختلف المجالات ،وخصوصاً في مجال العمارة، لترشيد استهلاك الطاقة فبدأت الكثير من النظريات والتوجهات تدعو بالعودة الى الطبيعة ونظام عملها . فمن القوانين الثابتة في الطبيعة و الفيزياء أن لكل فعل رد فعل ،فأي جسمين يؤثر أحدهما على الآخر، يقوم الثاني بالاستجابة لتأثير الأول فيغير شكله أو موقعه هذه الحقيقة مترجمة كظاهرة طبيعية شاملة لكل أشكال الطبيعة باختلاف طرقها من مستوى لآخر فاستجابة الإنسان الفطرية تجاه مؤثرات الحرارة و البرودة بانكماش جسمه و تعرقه و انفتاح اطرافه كلها تعمل كأنظمة رد فعل تجاه البيئة المؤثرة لتنظيمها والتكيف معها . فالعمارة هي إحدى صورالتكيف يلجأ إليها الإنسان كرد فعل تجاه تأثيرات البيئة المحيطة متكيفاً معها مروراً بمراحل توليد الشكل الثلاثة

- الفعـــــل المؤثـــــر .
- التـــكيـــــف .
- رد الفـعـــــل .

وعلى هذا الأساس تمت مناقشة موضوع البحث .

الشكل و البيئة و العلاقة بينهما

يؤكد (Rapapot , A) على أهمية العلاقة المتكافلة بين الشكل و البيئة ، فالشكل ناتج عن تأثير البيئة المحيطة متكيفاً معها . وهذه العلاقة التبادلية بين الشكل و البيئة تؤثر على عملية إعادة التركيب الحاصلة في الطرفين عبر التكيف [10- ص 75] . وهنا لابد من التعريف بكل من مفهومي البيئة و الشكل (من وجهة نظر البحث) .

البـيئة و طرق تأثـيرها

يُعبر مصطلح البيئة عن الإطارأوالمحتوى الذي يعمل الشكل بداخله ويتطور . فالبيئة تشمل مجموعة العوامل المُدركة وغير المُدركة المتفاعلة مع الشكل والمؤثرة على طبيعته [13- ص 3 12] . وبذلك فخصائص البيئة هـــي :

- شموليتها واحتواؤها على كل مايحيط بالشكل من قوى .
- أن هذه القوى تساهم بدرجات متفاوتة قي التأثير على الشكل.

وهذا يعني أن الشكل والبيئة في حالة تأثير ديناميكي متبادل لايمكن تفسيرأحدهما الاّ من خلال الآخر.

الشكـــل ؛ إستجابته و تحوراته

يرى البيولوجيون الشكل بأنه عبارة عن سلسلة من العمليات التكيفية المتعاقبة مع البيئة ، فهو مسلك ينتهجه الشكل للحفاظ على كيانه الخاص ونظامه .

وهذا ينعكس بدوره على اتجاه سير الطاقة نحو الحفاظ عليها وتقليل الخسارة فيها. فمفهوم الشكل يعرف من خلال القوى المساهمة في تشكيله؛ فهو مخطط يُظهر هذه القوى [10- ص 84] .ويعزز (Alexander, C) هذا الطرح بقوله " الشكل هو حل لمشكلة معينة والمحيط يُعرّفها".

فالتغير الفيزياوي في الشكل يُعبر عن المراحل التي مرَّ بها . وهذا التغير هو أساس نظرية التحول الشكلي التي تبحث في نسب التغيرات الحاصلة في الشكل عند التعرض لظروف بيئية مختلفة[3- ص16] .

ويمكن إثبات ذلك عند دراسة استجابة أشكال العمارة للبيئة المناخية المحيطة .

إستجابة أشكال العمارة للبيئة المناخية المحيطة

يتطرق (Wright , D) ، في دراسته، لعلاقة الشكل بالبيئة المناخية المحيطة فيذكر الأمثلة التالية:

- **في المناخ البارد**؛ تكون الحاجة الى تقليل الفقدان الحراري الى أقل حد ممكن ، وعند ترجمة هذا المبدأ يكون

الشكل الأمثل هو الكوخ الثلجي (igloo) كما في مناطق الأسكيمو لما يحتويه شكل القبة من صفات إيجابية في مجال حفظ الطاقة (اكبر حجم لإصغر مساحة سطحية) ، مما يعني أقل فقدان حراري.

- في المناخ الرطب ؛ تكون عملية التخلص من الرطوبة هي الأهم ، فتصبح العمارة ترجمة لهذا المؤشر. فالأبنية تميل للإنفتاح للسماح لإكبر كمية من التحرك الهوائي .
- وعند زيادة كمية الرطوبة؛ تُرفع الأبنية عن الأرض لتجنب التماس المباشر مع الأرض لتعريض أكبر مساحة ممكنة للتحرك الهوائي . وجميع المواد المستخدمة في الأبنية ذات سعة حرارية واطئة لتجنب التخلف الزمني .
- **في المناخ الحار الجاف** ؛ تكون الحاجة الى أقل تعرض شمسي إضافة الى التحرك الهوائي . وعند ترجمة استجابة الشكل لهذه المؤثرات ؛ تكون الأبنية متقاربة ومتلاصقة للتقليل من التعرض الشمسي المباشر ،ولتظلل بعضها بعضاً . في الوقت الذي تُستخدم فيه الملاقف الهوائية لسحب التحرك الهوائي الى داخل الفضاءات [14- ص94 -96] .

التـــــكيـــــــف

يشير مصطلح التكيف الى مدى توافق الشكل مع بيئته ؛ فهو يؤشر حقيقتين تمثل طبيعة العلاقة بين الشكل والبيئة ، هما :

- أن الأشكال في تفاعل مستمر مع بيئتها .
- أن عمليات التغير في الشكل تحصل من خلال الإنتخاب الطبيعي ، فالشكل الأكثر ملائمة مع محيطه هو الأكثر استمرارية [10- ص 55] .

فالتكيف هو الذي يساهم في تطويع الشكل للملائمة مع بيئته، فهو إجراء يتخذه الشكل كرد فعل لبيئته.

وتتمحور عملية رد الفعل عند تعرض الشكل الى فعل مؤثر ؛ حول نقطتين أساسيتين :

- إعادة تركيب أجزاء الشكل ليتحول الى هيئة أ خرى تجعله يقاوم هذا التأثير (تغيير الشكل) .
- إعادة توقيع الشكل أو بعض أجزاءه بالنسبة للمؤثر الخارجي (تغيير الموقع) .

ويخضع كلا الأسلوبين لعملية المفاضلة حسب طبيعة المؤثر الخارجي وقابلية الشكل على التكيف .

عملية الأستجابة بهذه الصيغة تدخل في صُلب العملية التصميمية ؛ فهي تركيب أجزاء الشكل وفقاً لتأثير القوى الخارجية . **فالشكل هو رد الفعل لتأثير البيئة المحيطة** . وهذا مايفترضه البحث ...

مناقشة الدراسات السابقة

تمثل دراستا كل من (Markus,T.A) و(Knowles,R) أهم الدراسات التي أعتمدت إستنباط شكل أمثل للمبنى تجاه المؤثرات المناخية، وبالأخص الإشعاع الشمسي ، مدعمة بالنماذج الرياضية .

في الوقت الذي تنضوي تحتهما معظم الدراسات الأخرى مثل دراسات (Olgyay,V) و(Evans)

و(Watson,D) وغيرهم .

سيتم مناقشة هاتين الدراستين من ناحية كيفية استنباط الشكل الأمثل كرد فعل للمؤثر المناخي :

دراسة (Markus,T.A) [6] :

أعتمدت هذه الدراسة أمكانية التحكم بغلاف المبنى في المناطق الباردة ، حيث تبرز ظاهرة الفقدان الحراري ، وكذلك للمناطق الحارة حيث تبرز ظاهرة الكسب الحراري لغلاف المبنى .

وقد ناقش كل من هاتين الظاهرتين كالتالي :

- في المناطق الباردة (الغائمة كلياً) ؛ حيث يكون الفقدان الحراري متساوياً من

جميع جهات غلاف المبنى ، يكون الشكل الأمثل هو الذي له أقل تعرض للبيئة (أقل مساحة سطحية) نسبة الى حجمه .

- في المناطق الحارة ؛ حيث يتباين الكسب الحراري بتباين تعرض غلاف المبنى للبيئة المحيطة، (الأشعاع الشمسي وحرارة الهواء) يكون الشكل الأمثل هو الذي يجعل قيم الكسب الحراري متساوية لجميع سطوحه .

وترجم مبدأ الشكل الأمثل للمناطق الباردة من خلال شكل المكعب الهندسي . فالمكعب هو الذي يوفر أقل تعرض خارجي نسبة الى حجمه.

كما قام بدراسة أمكانية الحصول على شروط الكفاءة المثالية للأشكال الأخرى (من صنف متوازي المستطيلات فقط شكل (1)) بالتحكم بمقدار الأنتقال الحراري لأسطح الشكل وصولاً الى تحقيق خصائص الشكل المكعب* .

أما فيما يخص كفاءة الأشكال البنائية في المناطق الحارة فقد ترجم المبدأ الذي أعتمده من خلال تناسب أبعاد الشكل الذي يمثل خصائص المكعب الحراري . فالمكعب الحراري هو مفهوم لشكل المبنى يتحقق فيه تساوي الجهود الحرارية علىأوجه المبنى ، وقد يكون له في بعض الحالات أصغر مساحة سطحية نسبة الى حجمه .

وقد دعم (Markus) نظريته بالصيغ الرياضية وأدخل فيها متغيرات نسب الفتحات والتوجيه وخصائص غلاف المبنى الحرارية والتغير في الحجم .

دراسة (Knowles,R) [6]

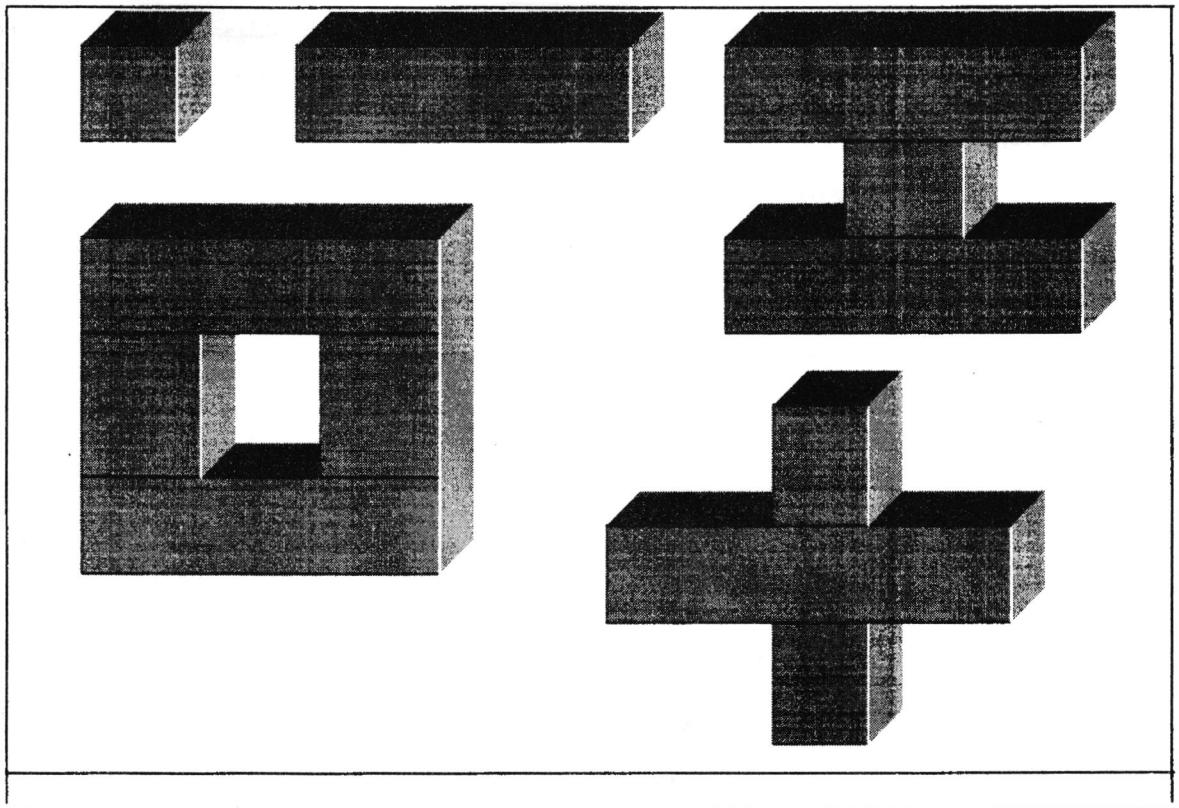
أعتمدت هذه الدراسة على وصف العلاقة بين القوى المؤثرة على الشكل وطريقة استجابته وسلوكه تجاهها؛ معتبراً الطبيعة أفضل ميدان لإختيار فرضياته . حاول (Knowles) الكشف عن سلوك الأشكال بدراسة سلوك الكثبان الرملية تجاه المؤثرات الخارجية (حركة الرياح والجاذبية) ، فوضع نظريته من مراقبة تل الرمل أثناء تسليط التحرك الهوائي عليه ، فاستنتج أن العامل المتحكم بالقوى المؤثرة على الشكل هو طريقة صياغة الشكل نفسه. فكلما ازدادت استجابة الشكل للقوى المؤثرة عليه قلَّ التباين في أثرها عليه وبالعكس

فالشكل يحصل فيه أكبر تغير عند بداية تسليط الضغط عليه عن طريق تغير نسبة المساحة السطحية إلى الحجم(صياغة الشكل) ،إذ يعمل الشكل على موازنة الضغط المسلط عليه متخذاً هيئة جديدة تجاه التأثير المسلط .شكل(2)

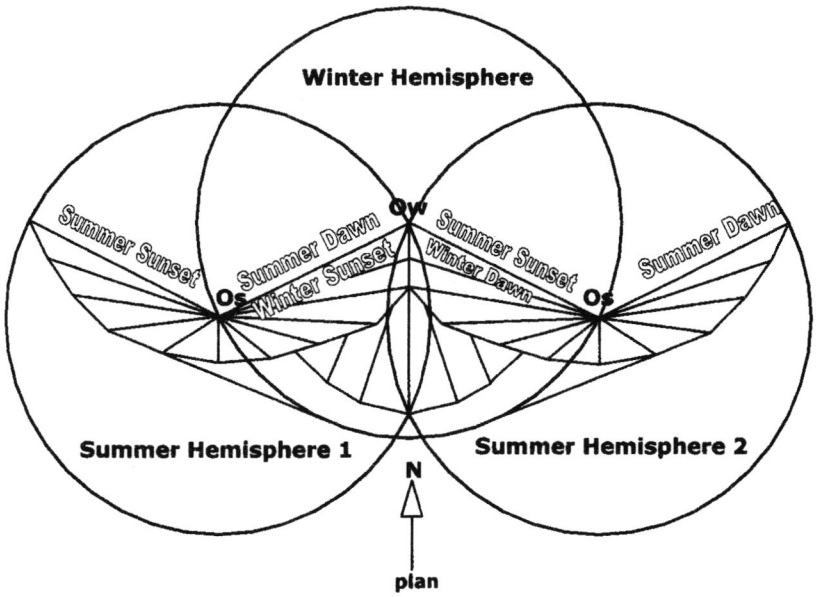
كان المؤثر الوحيد الذي أعتمده (Knowles) هو الحاجة الى التشميس ، ذلك أن البحث يجري في المناطق الباردة من الولايات المتحدة ، فأهمل شدة الأشعاع الشمسي لعدم ظهور أثرها. فهو يفتش عن علاقة للحصول على أعلى تشميس موسمي، ويتحقق هذا من خـــلال قَـــلْب

---

* إعتمد(Markus) في حالة الفقدان الحراري حساب الجهد الحراري لاوجه المبنى الستة، فارضية المبنى تفقد الحرارة بتماسها المباشر مع الأرض. بينما أهمل الالتوصيل الأرضي ألذي هو عامل مساعد لأحمال التكييفي حالة الكسب الحراري.



شكل 1 – الاشكال التي أعتمدها Markus في دراستـــــــــه [6] .



شكل 2– الشكل الذى خرجت به دراسة (Knowles) بأعتماد حركة الشمس كأساس لتوليد الشكل [6]

مفهوم المكعب الحراري ل

(Markus) أي التحكم بخصائص الشكل لتحقيق أعلى تشميس . وقد عبر (Knowles) عن هذا بقوله " إن أقل تباين في تغير الشكل – عن حالته الأولى استجابةً لتأثير المؤثر الخارجي يعطي أعلي تباين في قوة تأثير المؤثر الخارجي عليه " . فترجم هذا المبدأ بالحصول على الشكل الذي يستوعب كل قوة المؤثر (التشميس) من خلال حركة الشمس نفسها والظلال التي تسقطها على شاخص عمودي . حيث أن الإطار الذي يحوي هذه المساقط هو الشكل الأمثل . ووجد أن هذا التشكيل يكون بأعلى كفاءته في فترة الإنقلاب الصيفي . أي أن القوة المؤثرة (حركة الشمس) هي التي تعطي الشكل هيئته .

الإشعـــاع الشمســـي كعامل مولد لشكل المبنى

مركبات الإشعاع الشمســـي

ألإشعاع الشمســـي المباشـــر

يتألف الإشعاع المباشر من أشعة متوازية نظرياً ، ويتكون من مركبتين عمودية وأفقية ،إذ أن معادلته :

$$I_{direct} = I_n . \cos\alpha . \cos\theta \quad _ (1)$$

حيث :

Idirect = الإشعاع المباشرعلى السطح(Watt/m²).

In= الإشعاع الغمودي normal Direct) (Watt/m².)

α= الزاوية الإفقية بين إتجاه مسقط الشعاع الشمسي الساقط على الأرض والعمود على السطح

θ= الزاوية العمودية بين إتجاه الشعاع الشمسي الساقط على الأرض والعمود على السطح .

وبذلك تكون أعلى قيمة له عندما كل من (α,θ=0.)

من ناحية أخرى،فإن تغير زاوية إرتفاع الشمس عبر فصول السنة له دور كبير في تحديد قيمة الإشعاع المباشر الواصل إلى السطح.فيكون تركيز الأشعة الشمسية صيفاً على الأسطح الأفقية أعلى مما هو شتاءاً،وذلك لإقتراب زاوية سقوط الاشعاع من العمود على السطح الأفقي.ولنفس الوقت يكون تركيز الأشعة الشمسية صيفاًعلى بعض السطوح العمودية أقل مما هو شتاءاً وذلك لإبتعاد زاوية سقوط الأشعة الشمسية عن العمود على السطح صيفاً واقترابها شتاءا

وهذا ما دعا الباحثين إلى تفضيل الأبنية ذات السقوف الأفقية الصغيرة في المناطق الحارة الجافة .

فقد أشار (Golany) في دراسته الى اعتقاده أن الشكل العمراني الجديد للمناطق الحارة يجب أن يكون عمودبا وليس افقيا لإستلام أكبر إشعاع مباشر شتاءا للجدران وأدناه صيفاً.

ونتيجة لما سبق يمكن التحكم بتاثير الاشعاع المباشر عن طريق التحكم بمساحة الشكل المعرض له، أي مسقط الشكل تجاه ألإشعاع المباشر.

الإشعـــاع الشمســـي المنتـــشـــر

عندما تعترض مراكز الإستطارة في الجو مسار الأشعة الشمسية الواصلة بزوايا مختلفة ،تتشتت الحزمة الشمسية وتغير مسارها فيحصل الاشعاع المنتشر وتزدادكميته بوجود الغيوم والغبار والهباء الجوي،و تختلف نسبته باختلاف خطوط العرض.

وا لمعادلة الإشعاع المنتشر التي خرجت بها دراسة(Sodha):

$$I_{dif} = k.I_{hor} (1+\cos\beta)/2 \quad _ (2)$$

Idif= مقدار الإشعاع المنتشر على السطح (Watt/m²)

K =معامل تعديل الاشعاع المنتشر لكل شهر عن قييم ASHRAE

Ihor= مقدار الإشعاع الساقط على السطح الإفقي (Watt/m²) .

β=زاوية ميلان السطح عن الأفـــق .

تظهرثلاثة متغيرات تتحكم بقيمة الإشعاع المنتشرهي:(K,I_{hor})؛إذ تزداد قيمة الإشعاع المنتشر

)،فتبلغ قيمة الإشعاع المنتشر اقصاها عندماβ بزيادة كل من القيمتين المذكورتين،وفيما يخص قيمة(

قيمة(β=0). ويتضح من المعادلة أن الإشعاع المنتشر على السطح العمودي تعادل نصف قيمتها على_السطح الأفقي.

وبذلك فأن الإشعاع المنتشرإشعاع غير إتجاهي،يؤثر على المبنى من جميع إتجاهاته،إلا أن قيمته تتأثر بتغير زاوية ميلان السطح العمودية،كما يزداد تأثيره في الأيام غير الصاحية.

ولما كان الإشعاع المنتشر يؤثر على المبنى من جميع إتجاهاته؛ **فإن معالجة شكل المبنى للسيطرة على قيمة الإشعاع المنتشر تعتمد على المساحة السطحية الكلية للشكل والوضع العمودي للسطوح.**

الإشعـــاع الشمســـــــي المنعكـــــــس

تنعكس الأشعة الشمسية عند وصولها أحد الأجسام العاكسة،ولايتغير طولها الموجي.أما سطح الأرض(الطبيعي) فيقوم بعكس جزء ضئيل من الإشعاع الشمسي. ويمثل الإشعاع المنعكس من أحد السطوح دالة لقابلية هذا السطح على عكس الأشعة الشمسية.

يعتمد الإشعاع المنعكس الواصل إلى المبنى علىنوعية المجاورات وشكلها،وكذلك على زاوية سقوط الإشعاع المباشر وزاوية انعكاسه.ويستلم السطح أعلى إشعاع منعكس عندما يكون بوضع عمودي على الشعاع المنعكس. ولما كان الإشعاع المنعكس يحدث من سطوح غير محددة،وبعدة إنعكاسات متوالية،ولمعاملات إنعكاس مختلفةللسطوح،يقترب الإشعاع المنعكس من الإشعاع المنتشر في طبيعة تأثيره،إلا أنه يختلف عنه في أن السطح العمودي يستلم إشعاعا أكبرمن السطح الأفقي عموما. أي

أن السيطرة على الإشعاع المنعكس تعتمد على معالجة المساحةالسطحية للمبنى وللمجاورات ووضع الاسطح العمودية للمبنى

الإشعـــــاع المنبعـــــــث

الإشعاع المنبعث هو إشعاع طويل الموجة ينبعث من الأرض والسطوح المجاورة ومنها المبنى فيُفقد المبنى الحرارة.وتتأثر قيمته بمقادير الرطوبة النسبية وكميات الغبار في الجو ودرجة التغييم مما يؤثر في قيمته كثيراً.في الوقت الذي يعتمد الإشعاع المنبعث بالدرجة الأولى على معامل امتصاصية السطح وانبعاثيته.وقد اتفقت أغلب الدراسات حسب [ASHRAE]،[IHVE]،[Olgyay]،[Markus] على الغاء قيمته لحصول الأنبعاث المتبادل من المجاورات المحيطة ومن الأرض.وعند إجراء القياسات العملية لأبنية ضمن مجاورات أومعزولة أعطت نتائج مقاربة للصفر

إلا أن دراسة (Sodha11) حاولت الخروج بنماذج رياضية لحساب هذه القيم على السطح العمودي لواجهات الأبنية باعتماد مؤشرات معامل التشكيل الهندسي لغلاف المبنى والأبنية المجاورة،فافترض المحددات التالية:

* أن غلاف المبنى محدد بشكل متوازي المستطيلات ذي الأوجه الستة المتعامدة.
* أن المبنى معرض من جميع جهاته للفضاء الخارجي ومن غير مجاورات.
* أن سطوح المبنى بنفس قيم الأنبعاثية(1,0)

وغني عن التعريف أن هذه النماذج الرياضية التي خرج بها هذا الباحث لاتصلح إلا للأبحاث النظرية

تأثير درجـــــة حـــرارة الهـــــواء

تمثل درجة حرارة الهواء عاملاً مهما في زيادة الكسب أو الفقدان الحرارين،بسبب تأثره بشدة

الإشعاع الشمسي المار خلاله،فيُسبب رفع درجة حرارة الهواء أو خفضها.

ويمكن تحويل تأثير درجة حرارة الهواءعلى أوجه المبنى إلى حمل حراري بوحدات Watt/m²

$$I_{air} = (t_o - t_i) / R_{so} \quad (3).$$

I_{air}= الحمل الحراري للهواء (Watt/m²) .

t_o= معدل درجة الحرارة الخارجية (C°).

ti=معدل درجة الحرارة الداخلية (C°) .

R_{so}= مقاومة سطح المادة الخارجي

ولما كان الهواء يحيط بالمبنى من جميع جهاته،**فإن تأثيره سيكون على المساحة السطحية لغلاف المبنى؛ شاملاً جميع أوجه المبنى ويشمل هذا حالتي الفقدان و الكسب الحرارين.**

أثر التوصيل الحراري الأرضي

يلعب التوصيل الحراري الأرضي، بصيغة الكسب أو الفقدان الحرارين دوراً مهماً في التأثير على درجة حرارة البنى الداخلية .ولذلك تفضل معظم الدراسات إستغلال تماس المبنى مع الأرض، خاصة في المناطق الحارة الجافة؛ إذ يتم إستغلال الأرض كحمل تبريد إضافي في الفترة الصيفية . وبذلك فإن التوصيل الحراري الأرضي لايؤثر في شكل الغلاف المعرض للإشعاع الشمسي،وإنما يبدو تأثيره في حساب أحمال التبريد والتدفئة.ويظهر دور التوصيل الحراري الأرضي في تشكيل غلاف المبنى عندما يكون المبنى تحت الأرض بأكمله أو جزء منه.وهذه لهامجالاتهاالبحثية المستقلة. وكذلك عند رفع المبنى بأكمله عن سطح الأرض،إذ سيصبح جزء إضافي من غلاف المبنى معرضاً للأحمال الحرارية.

حساب إشتقاق الأشكال المثالية

المبادئ العامة

يمكن تلخيص عملية التأثير المتبادل بين القوى المحيطة والشكل ، ليتم تطبيقها على المبنى والأحمال الحرارية المؤثرة ، كالآتي :

- يتفاعل الشكل مع القوى محاولاً امتصاص تأثيرها بتغيير موقعه أو شكله أو كليهما معاً .
- تتنوع استجابة الشكل للمؤثرات الخارجية ؛ فيستجيب للقوى الإتجاهية عن طريق مساحة مسقطه ، وللقوى غير الإتجاهية عن طريق مساحته السطحية ، لموازنة تأثير القوى على الشكل ليكون تأثيرها متساوياً على جميع أجزاء الشكل .
- من خلال هذه الموازنة يتم الحفاظ على مستوى الطاقة داخل الشكل وتقليل تسرب العوامل الخارجية الى الداخل وبالعكس ، وبالتالي استمرارية الشكل وحفاظه على أدائه الأمثل .

الأشتقاق

يمكن التعبيرعن علاقة تاثير القوى بالتغير الحاصل بالشكل بواسطة شبكة الإحداثيات الديكارتية.

يُقدِّم (D'arcy Thompson) نظرية لتفسير أشكال الكائنات الحية وانسجتها الداخلية في ضوء التغير في البيئة المحيطة معتمداً أسس رياضية ، أي ترجمة الشكل الى أرقام وعلاقات .

إذ يعتقد أن الإختلاف بين الأنواع هو مجرد اختلاف في التناسب نتيجة تأثير البيئة ، فيعتبر أصل الأنواع ثابتاً لكن يتغير بفعل القوى المسلطة .وهذا التغير لايكون عشوائياً ،إنما يتبع نظاماً يتغير الشكل تبعاً له . فالتغير في تأثير البيئة يتبعه تغير في محيط الشكل ،أي تغير في معاملات(X,Y)

لشبكة الإحداثيات ، فتتغير الشبكة الإحداثية الى أخرى جديدة ،أي شكل جديد، يمثل التغير الجديد .

وقد صنّف (Thompson) هذه التغيرات في الشبكة الى أربعة أصناف :

- التغير المنتظم في أحد الإحداثيات بنسب متساوية .
- عند تغير أحد الإحداثيين بنسب غير متساوية لكن متناظرة حول أحد الإحداثيين .
- حصول شبكة جديدة ناتجة عن مؤثر يغير من مسار الإحداثيين (تشويه الشبكة).
- حصول شبكة شعاعية مركزها داخل الشبكة أو خارجها .شكل(3)

التـطبيـــــق

يمكن التعبير عن علاقة الشكل بالقوى المؤثرة بواسطة شبكة الإحداثيات ثلاثية المحاور(X,Y,Z) التي تمثل محاور محصلة القوى المؤثرة على الشكل. فعند التعامل مع الإشعاع الشمسي كقوة متجهة بوحدة (watt)، فإذا كانت هذه القوة متساوية من جميع جهات الشكل يكون الشكل الأمثل تجاهها هو الكرة، إذ أن كل نقطة على سطح الشكل سيكون لها الخصائص ذاتها.يوضح ذلك أن الشكل(الكرة) له نفس المسقط (الدائرة) تجاه القوة المؤثرة.

وأوضح مثال(من البيئة الطبيعية)على ذلك هو الشكل الكروي للفقاعة الهوائية أو قطرة السائل ، عندما تكون القوى المؤثرة عليها متساوية من جميع جهاتها.

وعليه، فعندما يتغيرتوزيع تأثيرالقوة على الدائرة(مسقط الكرة) فمن البديهي أن يتغير شكل المسقط لموازنة التغير الحاصل في تأثير القوى.ويبدأ التحور بانتقال الدائرة الى أقرب شكل مماثل لها،حسب التباين في تأثير القوة. ويمكن تمثيل ذلك رياضياً على شبكة الإحداثيات، فيشير تغير شدة القوة المؤثرة الى تمدد أو تقلص أحد الإحداثيات أو كليهما، فيتغير شكل الدائرة تبعاً لذلك الى آخر مشتق منه. فينفصل مركز الدائرة الى بؤرتين(foci)

يمين المركز وشماله. ويكون مجموع بُعد أي نقطة على محيط الشكل عن البؤرتين قيمة ثابتة دائماً .وبذلك يكون الشكل الناتج هو مايُعرف بالقطع الناقص (ellipse) .

ولمقارنة خصائص القطع الناقص بخصائص الدائرة ومدى انحرافه ، يتم حساب التناسب بين البُعد البؤري والمحور الافقي

على التوالي(A),(C)

حيث :

$$E=C/A$$

والحيود $C=\sqrt{A^2-B^2}$

من ناحية أخرى ، وعلى مستوى المقطع ، فعند مقارنة شكل دائري بآخر نصف دائري له نفس المساحة يظهر أن محيط الشكل نصف الدائري أصغر بمقدار ($\sqrt{2}\ r_1$)

ويمكن أثبات ذلك كالتالي :

$A1(\text{area of circle})=\pi r2$,

$A2(\text{area of semi-circle})=0.5\pi r_1 2$.

$\therefore r=\sqrt{0.5}\ r_1$, where r, r_1

radii of A1,A2 respectively.

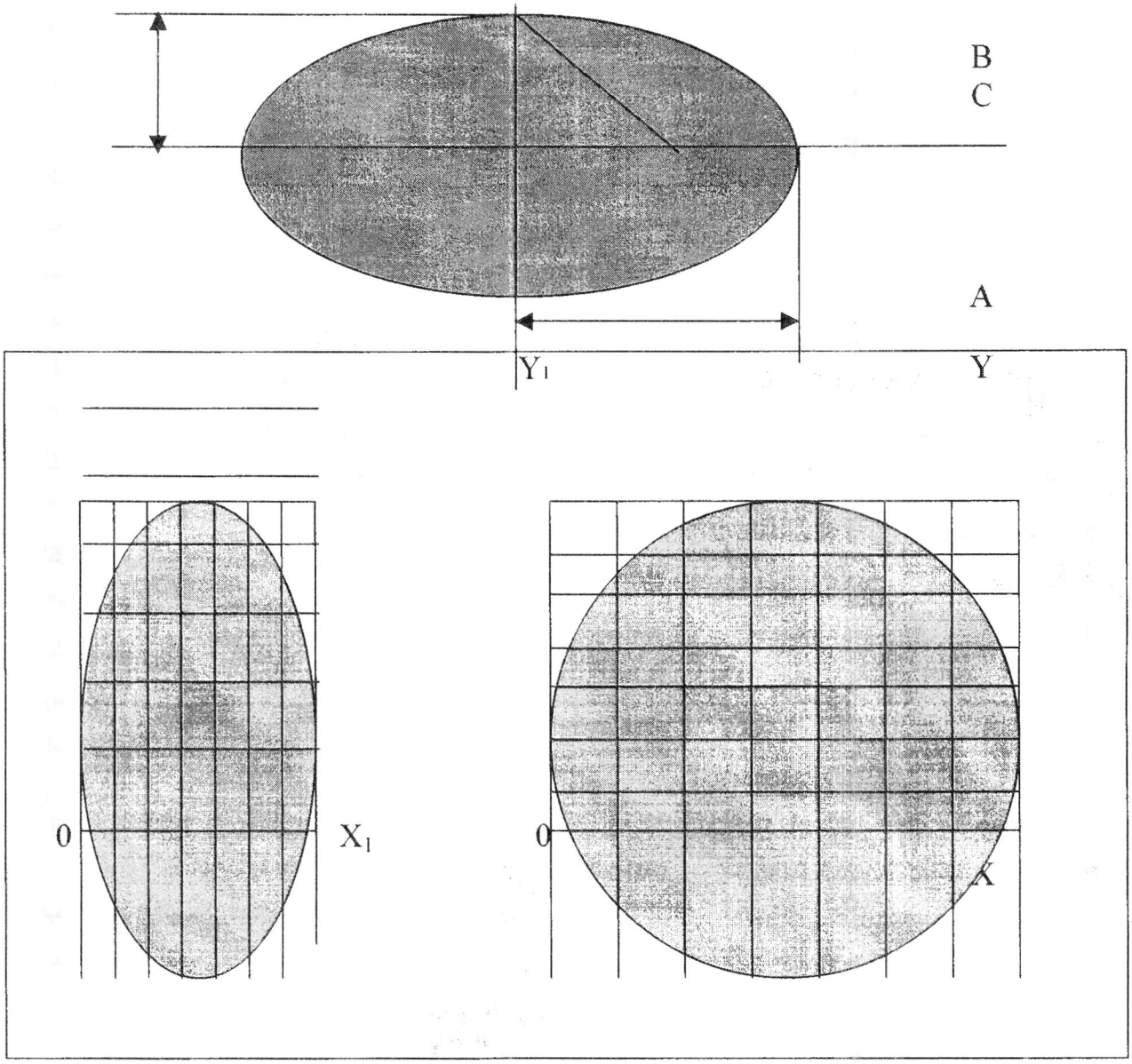
Perimeter , $A1=2\sqrt{0.5}\ \pi r_1$,

$A2=2\pi r1/2=\pi r1$.

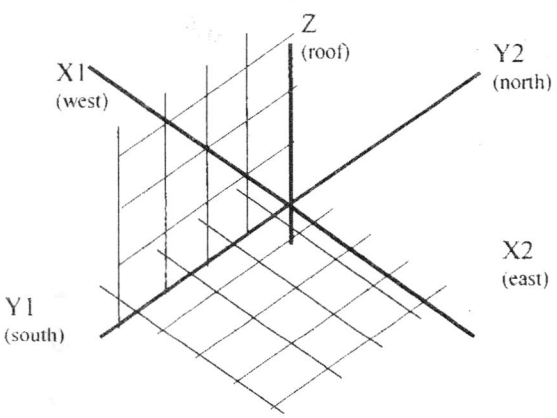
$\therefore$ perimeter $A1=2\sqrt{0.5}\ r1$

$=\sqrt{2}\ r1$.

وبذلك سيتم اعتماد الشكل نصف الكروي كمرجع لإنتاج الشكل المثالي ، لما مرّ إثباته أعلاه ، إضافة الى الإعتبارات العملية البنائية. من ناحية أخرى فأن الشكل نصف الكروي HEMESPHERE له ميزة عدم التعرض



شكل3– تطبيق المبدأ الذي اعتمده (Thompson) في اشتقاق الشكل المثالي للمبنى [الباحثان] .



شكل (4)

للإشعاع المنعكس الذي يتعرض له الشكل الكروي نتيجة تحدبه تجاه الأرض.

وبذلك يمكن اشتقاق المثال التالي: عند التعبير عن قوى الإشعاع الشمسي على الشكل بعدد خطوط الشبكة الإحداثية شكل(4) ، حيث تمثل هذه الشبكة محاورها محصلة القوى المؤثرة على الشكل كما يلي

لشكل يتوجه شمال – جنوب

*المحور(X) يمثل مجموع قيم الحمل الإشعاعي لكل من توجيهي الشرق والغرب

*المحور(Y) يمثل مجموع قيم الحمل الإشعاعي لكل من توجيهي الشمال والجنوب

*المحور(Z)يمثل مجموع قيم الحمل الإشعاعي على السقف

ومن التناسب بين هذه القيم يتم استخراج نسب الشكل المثالي بدلالة حجم القطع الناقص المجسم [15]

Volume of ellipsoid (V) = 0.667 xyzπ.

ثم يتم ايجاد قيم المحاور(X,Y,Z) بدلالة قيم الإشعاع الشمسي عليها، ثم يتم حساب قيمة كل محور بدلالة أحد المحاور :

الحمل الحراري على المحور(X) = x_1

الحمل الحراري على المحور(Y) = y_1

الحمل الحراري على المحور(Z) = z_1

$$V= 0.667Xx_1.Yy_1.Zz_1\pi,$$

$$Z\text{-axis}/X\text{-axis} = y_1/x_1 = \alpha_1,$$

$$Y\text{-axis}/X\text{-axis} = z_1/x_1= \alpha_2$$

$$X\text{-axis}/X\text{-axis} = 1.$$

$$V= 0.667X\alpha_1.X\alpha_2.\pi.$$

$$\therefore X=\sqrt[3]{V/(0.667\ \alpha_1.\alpha_2\pi)}.$$

ولما كان أعلى إشعاع شمسي يحصل عندما تكون زاوية الشمس الأفقية (azimuth)= 180° ،لذا يتم إمالة القطع الجانبي (المحور Z) بمقدار الزاوية المتممة لزاوية ارتفاع الشمس (altitude) ليكون المستوى(X-Y) متعامداً مع الشعاع الشمسي لتلك الزاوية للحصول على أصغر مسقط لأعلى أشعاع .شكل (5)

أثر المجاورات على نسب الشكل المثالي التغيرفي خصائصه

تلعب المجاورات دوراً مهماً في التأثير على الكسب الحراري للمبنى وخاصة الإشعاع الشمسي_فالمجاورات العالية والملاصقة للمبنى تحجب الإشعاع المباشر لكنها تزيد من قيم الإشعاع المنعكس ،حسب توجيه الأبنية ونوعيةسطوحها . وعند حجب الإشعاع المباشر يبدأ الشكل المثالي بالعودة الى الشكل الدائري الى أن يصبح الشكل دائرياً في حالة الحجب التام للإشعاع المباشر .

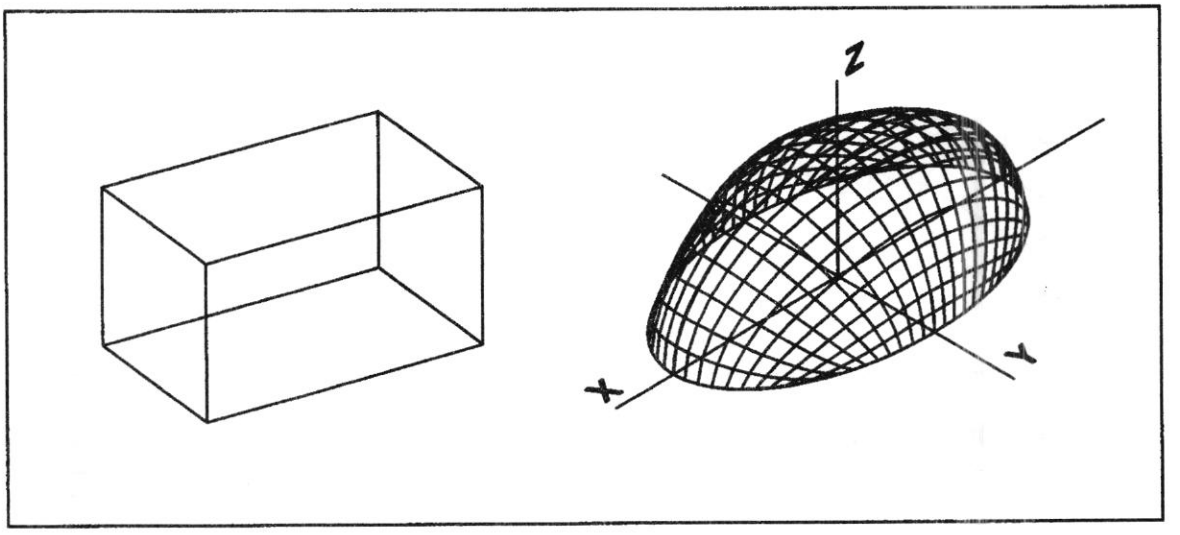
والأمثلة التالية شكل(8،7,6) توضح ذلك :

هذا ويجب الأخذ بنظر الإعتبار اختلاف قيم الحجب الشمسي باختلاف احجام الأبنية والمسافات بينها . من ناحية أخرى يؤثر التقارب بين الأبنية في سرعة التحرك الهوائي حول الأبنية وبالتالي التأثير على سرعة عملية التبادل الحراري بفعل تأثير درجة حرارة الهواء المحيطة بغلاف المبنى وخاصة طبقة الهواء الغشائية (air-film) الملاصقة لغلاف المبنى [6- ص 273]

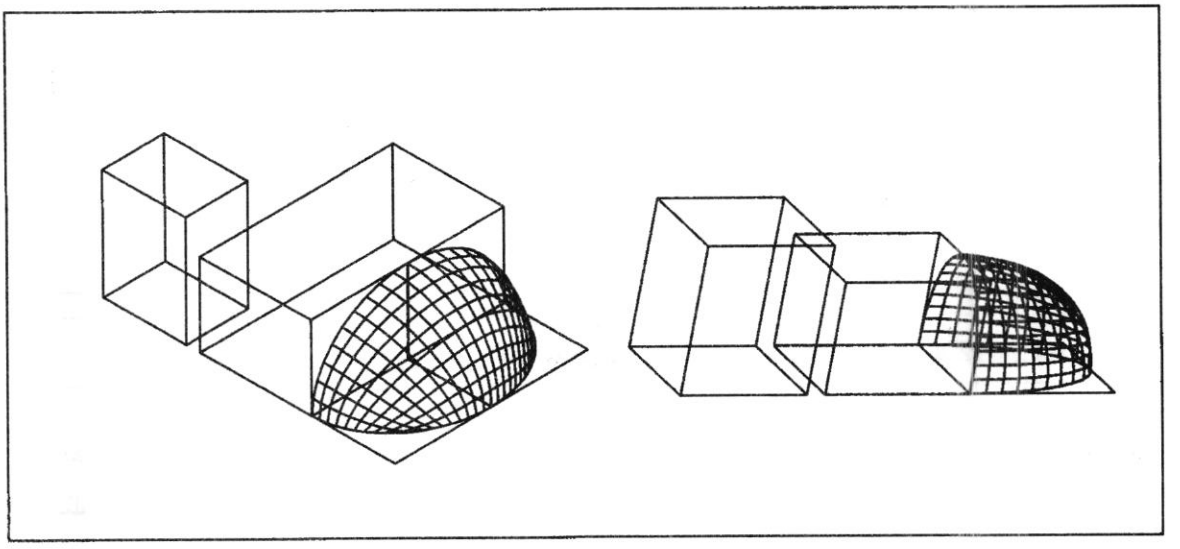
الشكل المثالي و مفهوم المرونـــــــة

يمثل شكل الغلاف الجديد إطاراً على الكتلة البنائية اتباعها ، وبذلك فإنه من الممكن الخروج بأشكال بنائية لانهائية تقترب من شكل الغلاف المثالي حسب حاجة المبنى ومتطلباته الوظيفية وخصائصه المميزة .

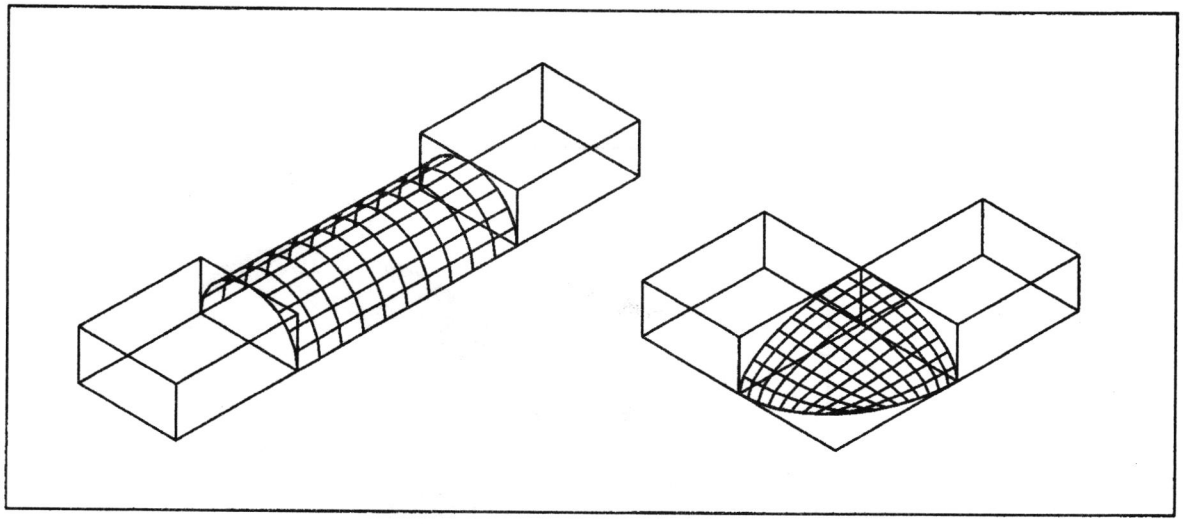
فشكل المبنى كما يُعرّفه (Knowles) ؛ بأنه دالة المحددات الناتجة عن مجموعة المتغيرات المؤثرة على المبنى يحتويها جميعاً النظام الإنشائي [5- ص 138] . أي أن كلاً من النظام الإنشائي للمبنى والمتطلبات الإضافية الأخرى (وظيفية و جمالية واقتصادية ....)



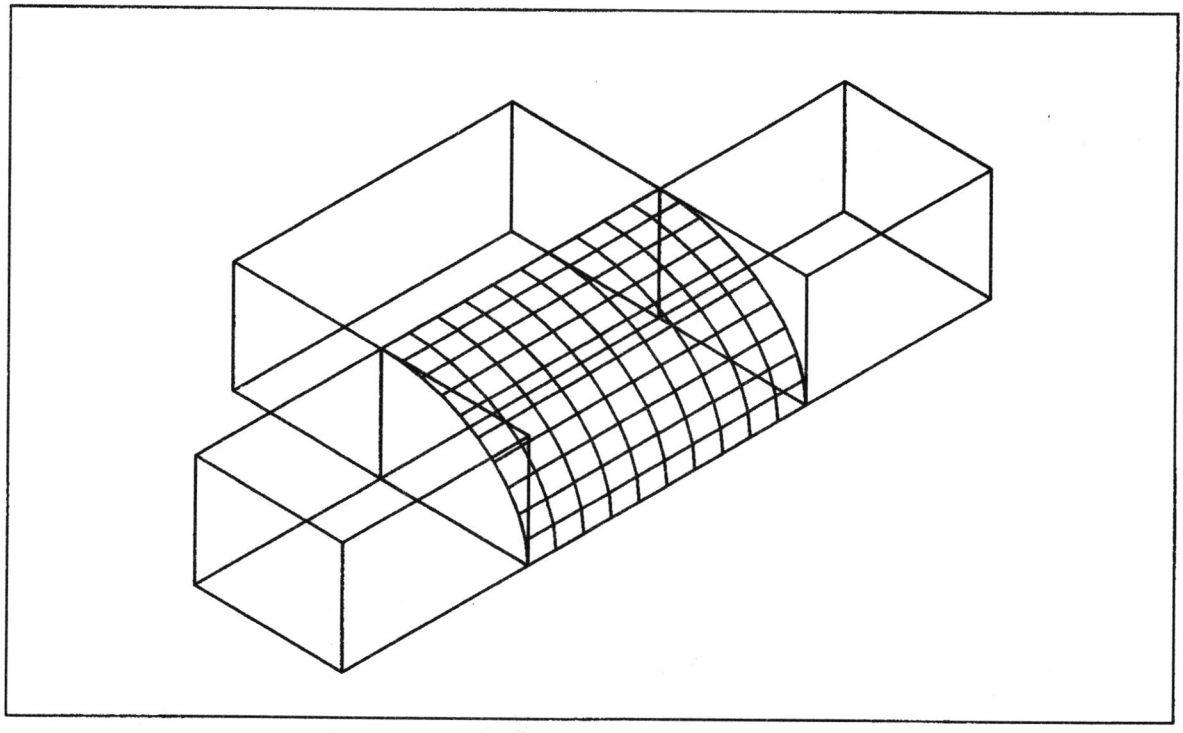
شكل5– الشكل المثالي thermal hemisphere) مقارنة مع الشكل بمفهوم (thermal cube) الذي خرجت به الدراسات السابقة [الباحثان بواسطة برنامجAutoCAD2000]



شكل6– الشكل المثالي عند مجاورته من جانب واحد [الباحثان – بواسطة برنامجAutoCAD2000] .



شكل7- الشكل المثالي عند مجاورته من جانبين متعامدين أو متقابلين [الباحثان بواسطة AutoCAD2000]



شكل8- الشكل المثالي عند مجاورته من ثلاثة جوانب [الباحثان – بواسطة برنامجAutoCAD2000] .

سيحددان مقدار التغير في الشكل المثالي لتلبية هذه المتطلبات . وتؤثر خصائص الشكل المثالي على إمكانية تحقيق هذه المتطلبات من ناحيتين :

* حدود أو إطار الشكل (boundary of shape) أي مساحته السطحية .
* من ناحية التقسيم الفضائي للشكل أو التنظيم الحجمي له أي مايتعلق بالحجم .

ويتحقق ذلك بإخضاع الشكل المثالي لشبكة من الوحدات النمطية المتأثرة بعدة عوامل :

* شكل الوحدة النمطية ، ومدى ملائمتها للشكل المثالي .
* حجم المبنى وقياس الوحدةالنمطية المستخدمة. فقد تكون الوحدة النمطية فضاءاً أو وحدة نمطية إنشائية أو خدمية أو مادة بنائية .

* نمط التكرار؛ أي طريقة الحذف والإضافة المستخدمة للإقتراب من الشكل المثالي . وهذا يشكل عاملاً مهماً في تحقيق الشكل المثالي بواسطة الوحدات النمطية . فالوحدات النمطية الصغيرة على محيط الشكل لإستيعاب شكل غلاف المبنى يمكن تغيير حجمها داخل الشكل (تكبيرها) لإستيعاب المتغيرات والمتطلبات الإخرى.شكل(9) .

النتائج و الإستنتاجات

حقق مفهوم(**Thermal Hemisphere**) ،الذي خرج به الباحثان،أفضل ترجمة للإحمال الحرارية لتحقيق الشكل المثالي مقارنة بمفهوم (Thermal Cube) الذي خرجت به الدراسات السابقة .إذ بلغت كمية أحمال الاشعاع الشمسى الحرارية على الشكلين(بحجم $2500m^3$ الذي يمثل داراً سكنياً) كمافي الجد ل رقم (1):

---

* تم حساب أحمال التكييف بإعتماد طريقة CLTD للشكلين بالحجم أعلاه بإعتماد تبديل هوائي واحد/ ساعة وتحييد تأثير النوافذ والحرارة الناتجة عن الإضاءة الداخلية وشاغلي المبنى ، وباعتماد معدل افتراضي (U-value) لإنتقال الحراري للجدران والسقوف كالمستخدم في الدور السكنية .

** للتعقيدات الرياضية في استخراج المساقط اجريت الحسابات بواسطة برنامج حاسبة اعد لهذا الغرض

وتتوضح هذه النتائج بصورة أدق عند حساب أحمال التكييف السنويةبطريقةالحمل الحراري المكافئ جدول رقم(2) * :

.ويعود السبب في ذلك الى الإستجابة المثلى التي خرج بها الشكل المثالي بالمفهوم الذي خرج به البحث تجاه تأثيرات الأحمال الحرارية و كما يلي:

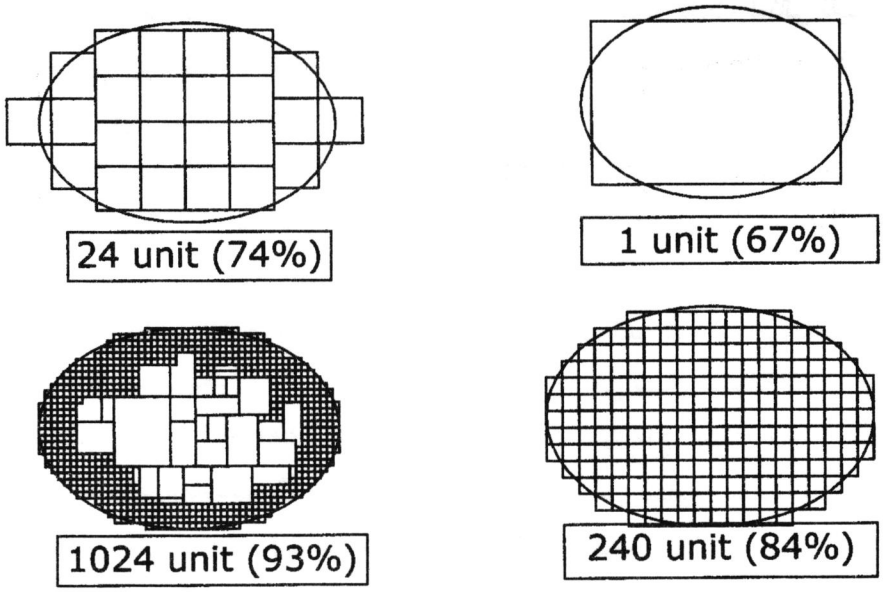
- فاستجابة الشكل المثالي للإشعاع الشمسي المباشر تتم بأصغر مساقط ، إذ بلغ مجموع مساقط الشكل الذي خرج به البحث ($3018.5m^2$) مقارنة بمجموع مساقط الشكل (Thermal Cube) إذ بلغ ($3811.3m^2$) وتتناسب مساحة المسقط مع شدة الإشعاع فأصغر مسقط يقابل أكبر شدة إشعاع وبالعكس.**

- وفي مجال استجابة الشكل المثالي الجديد لتأثيرات الإشعاع المنتشر،يحقق الشكل المثالي الجديد أصغر مساحة سطحية ($677m^2$) مقارنة بالشكل بمفهوم (Thermal Cube) إذ بلغت مساحته السطحيـــة ($905.25m^2$) . ولما كان الإشعاع المنتشريكون بأعلى قيمة عند السطح الأفقي فإن السطح الأفقي للشكل المثالي الجديد يتمثل في نقطة واحدة من السطح كله بينما يتمثل السطح الافقي بمفهوم المكعب الحراري بمساحة السطح كله.

- وعند تحليل استجابة الشكل للإشعاع المنعكس يكون الشكل بأصغر مساحة سطحية وأقل سطوح عمودية (إذ أن الإشعاع المنعكس يكون بأعلى قيمة عند السطوح العمودية عادةً) .

- وعند النظر باستجابة الشكل للأحمال الحرارية للهواء يكون الشكل بأصغر مساحة سطحية لمقاومة هذا التأثير

وبهذا يتضح أن العامل المتحكم بتحقيق الشكل المثالي مناخياً هو طريقة تشكيل غلاف المبنى كرد فعل مباشر لتأثيرات الأحمال الحرارية وأن مفهوم نسبة المساحة السطحية الى الحجم ،



شكل9- محاولات ا ستخدام الوحدات المتكررة وبأحجام مختلفة للإقتراب من الشكل المثالي ونسب كفاءة كل مرحلة [الباحثان]

Form	*Thermal loads (Summer)k.watt*	*Thermal loads (Winter)k.watt*	*Thermal loads (Year)k.watt*
Thermal Hemisphere	7504.15	1690.06	9194.21
Thermal cube	8696.58	1821.73	10518.31

جـــــدول (1)

Form	*Cooling loads (Summer) k.watt*	Heating loads *(Winter) k.watt*	*Total loads (Year) k.watt*
Thermal Hemisphere	5165.01	438.21	6503.22
Thermal cube	7336.62	594.62	7931.22

جـــــدول (2)