المباني المتوافقة بيئياً مع الأقاليم الصحراوية بمصر
(تطوير نموذج نظري ضمن خط عرض- 30° شمالاً)

د/ أسـامه سعد خليل إبراهيم
الأستاذ المساعد بقسم الهندسة المعمارية
كلـية الهندسـة بشـبرا – جامعـة بنـها

الملخص

انطلاقا من تنامي الاهتمام العالمي والمحلي بأطر تحقيق الاستدامة البيئية للمباني وتوفير الطاقة بها، فإن البحث يناقش "أطر توافق المباني" بالتجمعات العمرانية الجديدة بمصر، حيث يلاحظ أن غالبيتها لم تراعى بالشكل الكافي المعايير البيئية أثناء إعداد مخططاتها العمرانية، ونستطيع أن نلمس ذلك من خلال تشابه أنماط ونماذج المبانى وأنساقها العمرانية بهذه التجمعات، على الرغم من التباين فى خصائصها المكانية وتأثيراتها المحيطية ونطاقاتها الحيوية، وبذلك أصبح ضرورياً تطوير الأبحاث التي تساعد المهتمين بالمجال المعماري والعمراني على إعداد مخططات تلبى الاحتياجات وتعكس الهوية المحلية والشخصية الإقليمية، ويمكن أن يتحقق ذلك من خلال صياغة النماذج الإرشادية التي تدعم مفاهيم التوافق البيئي مع الظروف الحارة السائدة في غالبية الإقليم المصري.

وفى إطار ذلك استهدف البحث " تطوير نموذج نظري يقع ضمن خط عرض (30° شمالاً)، ويهدف لرفع كفاءة الأداء البيئي للمباني ضمن خط العرض المذكور"، والنموذج موجه بشكل أساسي للإقليم "الحار شبه الصحراوي بمصر"، وقد أمكن من خلال مرحلتي "التدقيق والتوفيق" إلى تطوير النموذج المقترح، بما يشمل مشاركة معياري "التهوية الطبيعية والطاقة الشمسية". والنموذج العمراني المقترح للمباني "إرشادي" يصلح تطبيقه في النطاق الحيوي المحيط لمدينة القاهرة، من حيث التوجيه الأنسب ومسامية الكتلة ومورفولوجية المسقط، مما يساهم عملياً في رفع كفاءة الأداء البيئي الحراري للأنماط التجميعية وأنساق المباني ضمن خط العرض المذكور.

1- مقدمة: أهمية تطوير نماذج إرشادية لرفع كفاءة المباني حراريا

في الآونة الأخيرة شهدت مصر نمواً ملحوظا في المجتمعات العمرانية الجديدة بها، وقد ظهرت بوادر هذه المدن في عدة أقاليم تنموية منها إقليم القاهرة الكبرى، بما يشمل مدن الشروق والعبور والقاهرة الجديدة وغيرها باعتبارها مدن "توابع" لمدينة القاهرة الأم، وكذلك إقليم جنوب الوادي بما يشمل مدن سوهاج الجديدة، وأخميم الجديدة والتجمع العمراني الجديد بنجع حمادى وغيرها باعتبارها "مدن توأم" بجنوب الوادي، وفى ظل هذا النشاط المتسارع نلاحظ محدودية انعكاس نتائج الدراسات والأبعاد البيئية والمناخية والأيكولوجية على تصميم المباني بها.

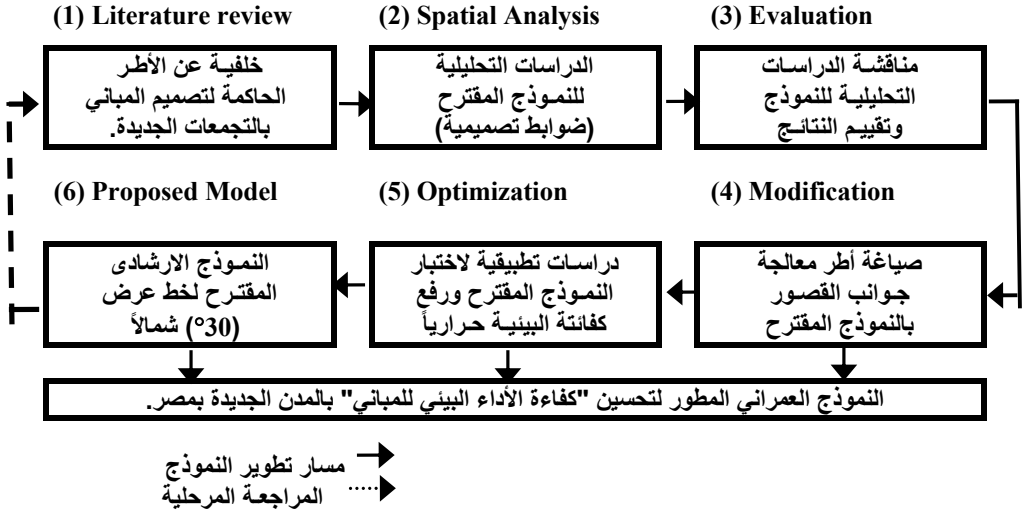
وتؤكد على هذه النتيجة المؤشرات الرقمية لعدة دراسات استهدفت تقييم الأداء البيئي لبعض نماذج المباني بالتجمعات الجديدة بمصر، ومنها دراسات (سوزيت، 1989م) والتي تركزت على تقييم السلوك الحراري كأداة لتصميم التجمعات السكنية في مصر، وتوصلت الدراسة إلى تضاءل الكفاءة الحرارية لأنماط العمران المستخدمة لمدننا الجديدة، إذا ما قورنت بالأنماط التراثية، وذلك من حيث أحمال التبريد التي يجب التخلص منها صيفاً، وكذلك في مجموع الأحمال الحرارية المطلوبة صيفاً وشتاء.

ومن الدراسات أيضا والتي استهدفت مدى توافق المباني وأنساقها العمرانية بالمدن الجديدة بمصر، تلك الدراسة التي أعدها (معاذ، 2003م)، والتي أوضحت عدم التوافق الكافي للتوجيه الجغرافي لنسبة تتجاوز (50%) من الوحدات السكنية المنفصلة في مناطق الفيلات، خلال المجاورات والأحياء السكنية لمدينة الشروق كإحدى المدن الجديدة بمصر، وتؤكد على هذه النتائج أيضا دراسات (أسامه خليل، 2005م) التي استهدفت أنماط التشكيلات العمرانية المناسبة للبيئة المصرية، وتوصلت الدراسة إلى عدم التوافق الكافي من المنظور البيئي الحراري لنسبة تتجاوز (40%) من الوحدات السكنية بالمدن الجديدة بمصر.

وفى ظل تنامي الثورة المعلوماتية والرقمية التي تشهدها المجالات العلمية، وبما توفره من طرق وأساليب وأجهزة متطورة للقياس والتحليل والتقييم، فقد أصبح ضرورياً تفعيل الاستفادة منها في تقييم الأداء الحراري للمباني، وصياغة النماذج الإرشادية التي يمكن الاستعانة بها في الاختيار الأنسب لأنماط العمران بالمدن الجديدة، وفى هذا الإطار فإن "الفرضية النظرية" التي يطرحها البحث للمناقشة تتمثل في: " إمكانية المساهمة في تحقيق الراحة الحرارية والحفاظ على الطاقة بالمباني فى مصر عن طريق رفع كفاءتها حراريا وتطوير استخدام النماذج البيئية".

وتتأسس دراسات النموذج النظرى المقترح خلال ستة مراحل أساسية، أولهما: خلفية نظرية عن الأطر العمرانية الحاكمة لتصميم المباني في المناطق الحارة والعلاقة بينها وبين نظم الحفاظ على الطاقة، وثانيهما: الدراسات التحليلية للنموذج النظرى المقترح بما يشمل الضوابط التصميمية والأدوات القياسية المستخدمة والافتراضات العملية له، والمرحلة الثالثة: مناقشة

النتائج وتقييمها في ضوء كل من الخلفية النظرية للدراسات السابقة، والتي أعدها الباحثين المحليين والعالميين والمهتمين في هذا المجال، والمرحلة الرابعة: تشمل استخلاص جوانب القصور بالنموذج وأطر معالجتها، والمرحلة الخامسة: تشمل الدراسات التطبيقية لاختبار كفاءة التطبيق العملي لنتائج النموذج المقترح من خلال حالة دراسية على مدينة القاهرة تمثل الإقليم الصحراوي الحار، والمرحلة السادسة: تشمل صياغة الضوابط التصميمية للنموذج المقترح من المنظور البيئي، والشكل رقم (1) يوضح هذه المراحل.



شكل (1) مراحل وأنشطة البحث لتطوير نموذج نظري للتوافق البيئي للمباني بمصر

2- خلفية عن الأطر الحاكمة لتصميم المباني بالتجمعات الجديدة

تتمثل الأطر العمرانية الحاكمة للتصميم البيئي للمباني في أربعة أنظمة بيئية رئيسية، تشمل نظام البيئة الطبيعية (الهوائية والأرضية والمائية)، ونظام البيئة المشيدة والنظام الحيوي المحيط بما يحوى من (نظم حياتية وكائنات برية ومائية وأرضية)، بالإضافة إلى نظام البيئة الاجتماعية، وما يتعلق بها من (الإنسان مستخدم المكان وخلفيته الثقافية والتراثية والحضارية)، وبتكامل هذه النظم مع بعضها في إطار تقنيات العصر، فإنها تكون منظومة بيئية موحدة تحقق الاستدامة العمرانية وتعكس الهوية القومية، ومن أهم أساسيات هذه المنظومة هو تحقيق الراحة الحرارية والحفاظ على الطاقة بالمباني، مما له بعد اقتصادى مؤثر على المستوى الوطني.

1-2 العلاقة بين التصميم العمراني للمباني ونظم توظيف الطاقة بها

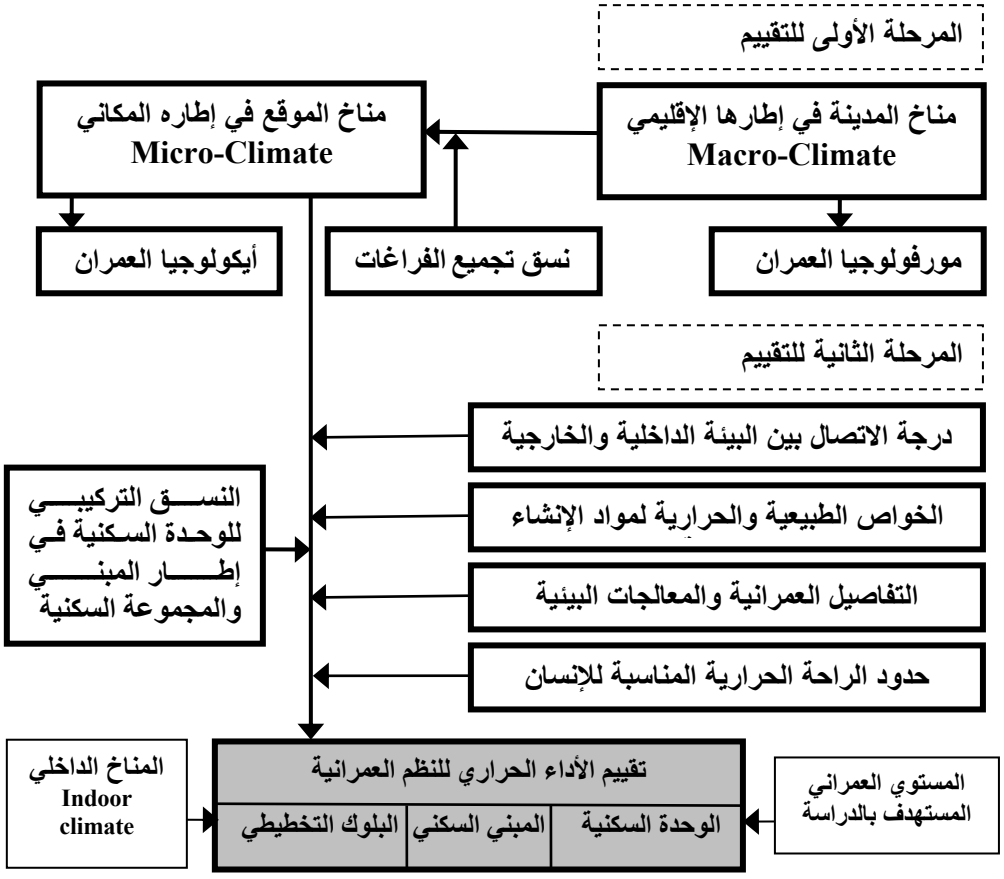
يعتبر الاهتمام بحفظ الطاقة وصيانتها بالمباني أمر هام وضروري، ويتعاظم دوماً دور الطاقة ضمن مستوى وحدة الجوار بالمجتمعات العمرانية، وبتحليل معيار الطاقة بالمباني نجد انه يتأثر بشكل مباشر بعاملين رئيسيين، أولهما: "التصميم العمراني" بما يشمل من أطر توظيف الأنظمة المباشرة للتحكم البيئي من خلال مسامية المسقط والكتلة، وثانيهما: "أنظمة وضوابط البناء" وما يمكن أن توفره العلوم التقنية والثورة المعلوماتية فى هذا المجال، لذلك فإن البحث يركز على تأثير التكوين العمراني للمباني واحتياجات الطاقة الجزئية بها، وعلاقتها بمكامن الطاقة الشمسية والتهوية الطبيعية بالنطاق الطبيعي لها، ومن ثم تصميم النسق العمرانى والبيئي المصغر على مستوى (الوحدة والبلوك السكني والمجموعة السكنية)، وكلاهما يعكس نمط البيئة المشيدة والرؤية التصميمية لها، ويوضحها الشكل رقم (2).

وبتركيز الدراسة على التكوين المبنى، فإنه من الناحية النظرية أظهرت الحسابات أن المساكن المنفصلة يمكن أن تتطلب حتى ثلاثة أضعاف الطاقة أكثر من وحدات بنائية وسطية مماثلة، وعلى الرغم من ذلك فإن الواقع العملي يحتاج إلى تدقيق هذه العلاقة لتكون متعلقة بعدد أكثر من المتغيرات، والمتضمنة في تقرير متطلبات التبريد والتدفئة (الأمم المتحدة، 2001). وكذلك تؤكد دراسات (عساف ، 2001م)، أن التكوين العمراني للسكن المتصل ينتج عنه انخفاض مباشر في الطلب على الطاقة، وبالتالى فالكثافات الصافية المرتفعة تعكس مؤشرات ودلالات هامة للتخطيط ضمن المقياس العمراني، وبهذا فإن التعامل الرشيد مع الطاقة فى إطار مستدام يمس كافة مراحل العملية التصميمية والتخطيطية، بدءً من اختيار موضع التجمع العمرانى ووضع الفكرة المبدئية له وحتى مرحلة إعداد التصميمات التفصيلية.

2-2 طرق وأساليب التحكم البيئي في التشكيل العمراني للمباني

من أهم أساليب التحكم فى البيئة المشيدة بالمناطق الحارة هو التظليل الخارجى، والتهوية الطبيعية والعزل الحرارى، والتي يمكن تحقيقها من خلال عدة عناصر للتحكم في البيئة الداخلية وتشمل على التشخيص المناخى، وذلك لتحديد الفترات المطلوب فيها حرارة داخل الفراغ، وأيضاً تحديد الفترات المطلوب فيها التخلص من الحرارة.

يلي ذلك التحكم في الأشعة الساقطة على الغلاف الخارجى للمباني، ويتم ذلك عن طريق التوجيه المناسب للمبانى وأنسجتها العمرانية، بالإضافة إلى التحكم الإيجابى فى التظليل الخارجى، وإن ذلك يتحقق بالمعرفة الجديدة لتوزيع الطاقة الشمسية على الأقاليم التخطيطية وكثافتها وفترات سطوعها، (سمية، 2003م)، بالإضافة إلى ذلك التحكم في الخصائص الحرارية للمواد المشكلة للغلاف الخارجي، وهذه الأسس يمكن تحقيقها عمرانياً من خلال معالجة الفراغات والكتل بالبيئة المشيدة، والتي وردت في (الدليل الإرشادي للطاقة بمصر، سنة 2000م) والتي يمكن تلخيصها في اعتبارات التصميم البيئي والتشكيل العمراني كما يلي:



شكل (2) خطوات ومراحل تقييم الأداء الحراري خلال المنظومة العمرانية المتكاملة

أولاً تشكيل الفراغات من خلال:
- دراسة أنسب توجيه لزيادة أو منع وصول أشعة الشمس للكتلة البنائية.
- دراسة أنسب الفراغات بما يحقق توفير الظروف المريحة للإنسان.
- توظيف مفردات عمرانية تعمل على زيادة كفاءة المبنى.

ثانياً: تشكيل الكتل والفتحات من خلال:
- دراسة الخواص الحرارية للمواد المشكلة للغلاف الخارجى.
- دراسة علاقة نسب الفتحات فى الكتلة الخارجية المشيدة.
- دراسة علاقات التشكيلات البنائية بالنسبة للتعرض للشمس.
- دراسة خصائص وملمس ولون المواد المشكلة للغلاف.

وهذه هي الأسس التي يتناولها البحث بالدراسة في النموذج العمراني المقترح، لتحديد مقدار المساهمة التى يمكن تحقيقها من خلال عناصر الغلاف الخارجي، لرفع كفاءة البيئة العمرانية المشيدة بصورة عملية، وذلك بالاستعانة بالطرق والمقاييس التقنية المتطورة في هذا المجال من برامج حسابية ونماذج رياضية، وما إلى ذلك، والتي يتناولها البحث بالجزء التالي.

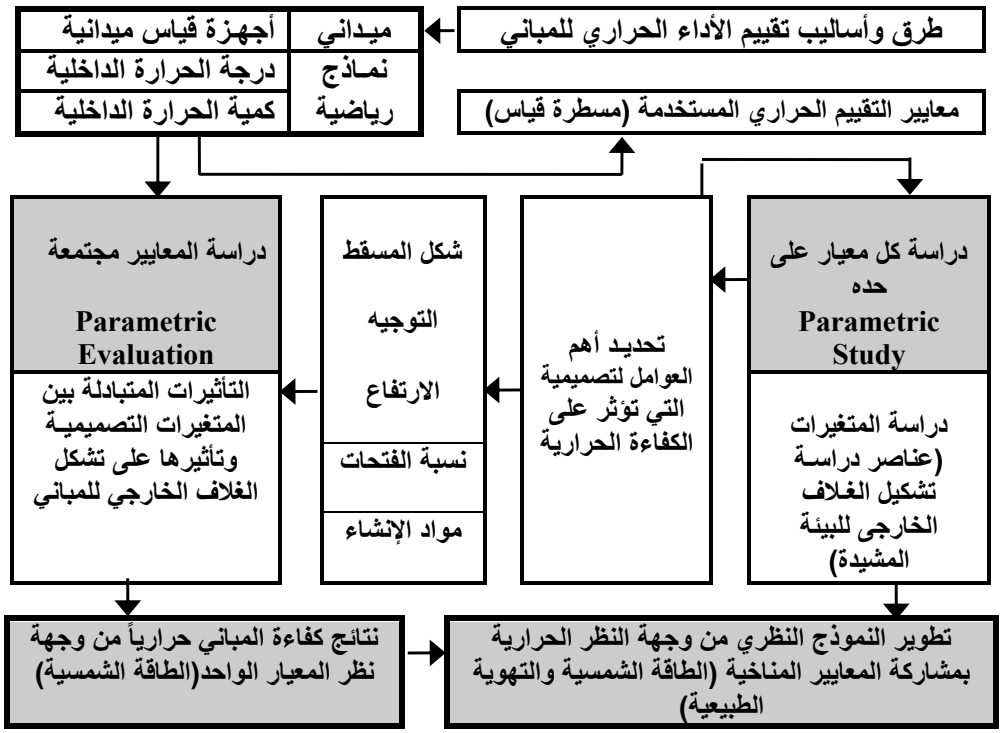
3- الدراسات التحليلية لنموذج نظري يقع ضمن خط عرض (30°) شمالاً

تنتهج الدراسة أسلوب تقييم النظام الحراري، لنموذج نظري لتقييم علاقة التشكيل العمراني للغلاف الخارجي للمباني على الأداء الحرارى لها، وذلك للمباني التي تستفيد من الطاقة الشمسية السالبة وتراعى التهوية الطبيعية، والتي تقع ضمن خط عرض (30°) شمالاً - مدينة القاهرة.

3-1 خلفية عن دراسات النموذج النظرى المقترح

أعد هذا النموذج ليلائم خط عرض (30° شمالاً) وتمثله مدينة القاهرة، وتتم دراسته خلال مرحلتين أساسيتين، أولهما: عرض لخطوات العمل وتلخيص لنتائج النموذج المقترح، طبقاً لدراسات (أسامة خليل، 1990م)، والتي اهتمت في الأساس بالمعيار الحراري في دراسة بعنوان "تأثير تشكيل الغلاف الخارجى للمبانى على الأداء الحراري لها"، والمرحلة الثانية: تتضمن تطوير هذا النموذج (بمعرفة الباحث)، من خلال مشاركة كل من التهوية الطبيعية كمعيار مناخى، وإضافة تأثير الفناء الداخلى للنموذج العمرانى مجال الدراسة والبحث، مستفيدا في ذلك من توافر القواعد البيانية والمعلوماتية السابقة التي أعدت للنموذج في مرحلته الأولى، وتتم هذه التطويرات لرفع كفاءة تطبيق النموذج من خلال الدراسات التطبيقية للبحث على إقليم مدينة القاهرة الكبرى، لما يحظى به الإقليم من نشاط عمراني ملحوظ بالتوسعات العمرانية والمدن الجديدة القائمة والمستهدفة به.

وفى هذا البحث فإنه يتم الاستعانة ببرنامج خاص بهذه الدراسة يستخدم أسلوبا للتقييم يعتمد على إيجاد "قيمة أحمال التبريد والتدفئة على مدار العام، للحفاظ على درجة الحرارة الداخلية فى حدود راحة الإنسان"، حيث أن هذه الطريقة هى الأنسب لإجراء عدد كبير من البدائل التصميمية الحرارية وتقييمها بصورة مبسطة، هذا ويعتمد البحث فى دراسته للنموذج على نماذج رياضية (معادلات)، وقوانين وتقديرات نسبية وافتراضات عملية لعلاقة النموذج مع الإطار المكانى المحيط، وذلك بهدف تقريب النتائج قدر الإمكان للواقع العملي (طبقاً للواردة في المركز القومي لبحوث البناء ولإسكان والتخطيط العمراني بمصر والدليل الارشادى لتخطيط الطاقة بمصر سنة2000م، وطبقاً لـ (ASHRAE 1999)، وتتدرج دراسات النموذج خلال مراحل وخطوات أساسية يوضحها الشكل رقم (3) وهى كالتالي:



شكل (3) خطوات ومراحل الدراسات الحرارية للنموذج النظري- إعداد الباحث

2-3 المبادئ الأساسية لتحليل وتقييم النموذج النظري المقترح

أ- الوصول إلى مؤشرات حرارية للمبانى المستهدفة بالبحث والدراسة، والتي تعنى في المقام الأول بنسبة تأثير كل عامل من العوامل التصميمية المشكلة للغلاف الخارجي للمباني، والتي تحكم عملية الاستفادة من الطاقة، وذلك بالاستعانة بالأشكال الهندسية البسيطة لتكون إرشادية للمصمم أثناء إعداد الأنساق العمرانية للبيئة المشيدة، وهذه العملية تتم من خلال عدة مراحل تستهدف تقييم أي من بدائل الأنساق العمرانية الأقرب إلى التصميم السلبى للطاقة الشمسية، وبالتالي أكثرهم اقتصادية وتحديد مقدار التوفير فى الطاقة.

ب- ينتهج البحث أسلوب دراسة المعايير مجال الدراسة (الطاقة الشمسية والتهوية الطبيعية)، وذلك في ثلاث مراحل، إحداهما: يعتمد على تقييم المعيار الحراري ويصاحبه تثبيت لبقية العناصر حتى يتم تحديد العلاقة التبادلية بين العامل المؤثر والمشكلة المطروحة، (دراسة تفصيلية لتأثير كل معيار على حدة)، يلي ذلك مرحلة التقييم بمشاركة تأثير معيار التهوية الطبيعية، (دراسة كلية لتأثير المعايير مجتمعة)، والمرحلة الثالثة تشمل الدراسات التقويمية والتطويرية بهدف عملية التوفيق والتدقيق بين المعيارين، وهذا ما يستهدفه البحث والدراسة.

جـ- الحالة الاعتبارية للنموذج النظري المقترح عبارة عن صندوق حراري يتشكل طبقاً لكثافات بنائية مختلفة، ولا توجد تفاصيل خارجية أو داخلية للعناصر الإنشائية له، حيث تكون التفاصيل البنائية للغلاف الخارجى للأسقف والواجهات فى مرحلة تاليه ترفع من كفاءة التشكيل، ويفترض في هذا النموذج عدم وجود عوائق حول المبنى، وطبقا لهذا الافتراض لقد أهمل تأثير كل من كمية الحرارة المتبادلة بالإشعاع بين الأسطح الخارجية للمباني بالموقع، وكذلك مقدار الإشعاع المنعكس الذى تتلقاه الواجهات تبعاً لتنظيم المباني في الموقع.

3-3 أسس وأدوات التقييم البيئي للنموذج النظري المقترح:

يتم تقييم الحالات الدراسية وبدائلها طبقاً للتبادل الحراري في ضوء المتغيرات التصميمية للنموذج النظري، والمتمثلة في: أساسيات الغلاف الخارجي للكتلة البنائية من (أبعاد ومساحات الأسطح والحوائط والفتحات)، والخواص الطبيعية الحرارية ومعاملات الانتقال الحراري لها، وبالتالي فإن الأساس في تقييم كفاءة الأداء البيئي لأنماط المباني هو مدى الحفاظ على الطاقة بها، والذي بدوره يعتمد على محصلة التدفق الحراري من وإلى الفراغات الداخلية وعلاقتها بمؤشرات الراحة الحرارية المطلوبة بداخلها، وقد اعتمد البحث في ذلك على مجموعة من الثوابت وأخرى متغيرات تتعلق بتشكيل الغلاف الخارجي للبيئة المشيدة وهى كالتالي:

أولا: ثوابت النموذج النظري:

- خط العرض (30 شمالا - مدينة القاهرة).
- مساحة المسقط الأفقي (1000م2).
- مواد الإنشاء للحوائط والأسطح المعرضة.
- نسب الفتحات بالواجهات المختلفة.
- لون الغلاف الخارجي للكتلة البنائية.
- توقيت التقييم المناخى للنموذج.
- مؤشرات الراحة الحرارية طبقاً لأولجاى.
- كمية الطاقة الشمسية صيفا وشتاءً.

ثانيا:متغيرات النموذج النظرى:

- شكل المسقط الأفقي (مورفولوجية المسقط).
- الارتفاع (المتغيرات الفراغية للكتلة).
- النسب المئوية للفتحات بالواجهات الخارجية.
- التوجيه للتشكيلات البنائية.

ويتم تقييم نماذج المبانى التى تناولتها الدراسة من خلال المتغيرات، والتي توضحها الجداول أرقام (1: 4)، بهدف تحديد كفاءة كل حالة على حدة، ويتم ذلك من خلال رقم حراري له دلالة معمارية، ومن ثم يمكن مقارنة التشكيلات الهندسية المختلفة، ويتم الاستعانة في ذلك بما يلي:

أولاً: الحاسب الآلى: والذي يتعامل مع بدائل الحالات الدراسية المختلفة، حيث إن هذه الدراسة المقارنة لبدائل التشكيلات الهندسية ينتج عدد من الاحتمالات، يصعب تقيمها دون الاعتماد على الثورة المعلوماتية والرقمية وما يمكن أن توفره في هذا المجال، ولهذا الغرض تم تصميم برنامج مبسط خاص بهذه الدراسة يسمح بإدخال هذه المتغيرات مجتمعة، ويتم استخدام برنامج آخر لتوقيع المنحنيات لهذه المقارنات التحليلية، وذلك لتقييم ناتج البرنامج السابق فى صورة مقارنة لنماذج المبانى المختلفة التى تناولتها الدراسة، والموضحة بالملحق (أ).

ثانياً: النماذج الرياضية: والمقصود بها المعادلات الحرارية التى تربط العناصر التصميمية المشكلة لغلاف المبنى بعضها ببعض، ومن خلال هذه النماذج الرياضية، يتم استنتاج متوسط كمية الحرارة التى يجب التخلص منها صيفاً فى صورة أحمال تبريد، وأيضاً متوسط كمية الحرارة التي يجب إمداد المبنى بها شتاءً فى صورة أحمال تدفئة، والأساس فى تحديد مقدار أحمال التبريد أو التدفئة هو راحة الإنسان، بمعنى مقدار هذه الأحمال للحفاظ على درجة الحرارة داخل المبنى فى حدود الراحة الحرارية، والتي يتم إدخالها فى بداية تشغيل البرنامج، والمعادلات الحرارية التي يستخدمها البحث موضحة بالملحق (ب).

الشكل الهندسى للمسقط الافقى	مربع	المستطيل				شكل حرف (L)		
النسبة	١ : ١	٢ : ١	٣ : ١	٤ : ١	٥ : ١	١ : ١	٢ : ١	٣ : ١
الرقم الكودى	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	٢١	٢٢	٢٣

جدول رقم (١) المبانى التى يتناولها البحث فى التقييم

م	مدخلات البرنامج		رموز الادخال
١	الرقم الكودى	CODE N.	QS
٢	ارتفاع المبنى (م)	HIGHT	QW
٣	نسبة الزجاج (٪)	CLASS RATIO	QT
٤	التوجيه (°)	ORIENTATION	QT

جدول رقم (٢) يوضح المتغيرات المستخدمة فى عملية التقييم ورموز ادخالها فى البرنامج المقترح

م	مخرجات البرنامج	رموز الخروج
١	أحمال التبريد	QS
٢	أحمال التدفئة	QW
٣	مجموع أحمال التبريد والتدفئة	QT

جدول رقم (٣) يوضح مخرجات البرنامج ورموز الادخال

جدول رقم (٤) المتغيرات التصميمية المشكلة لغلاف المبنى الخارجى

الجزء الاول	الجزء الثانى	الجزء الثالث	الجزء الرابع
المسقط الافقى	الارتفاع	مواد الانشاء	الفتحات
(أ)	(ب)	(جـ)	(د)
مع تثبيت تأثير العوامل الاتية	مع تثبيت تأثير العوامل الاتية	مع تثبيت تأثير العوامل الاتية	مع تثبيت تأثير العوامل الاتية
ب	أ	أ	أ
جـ	جـ	ب	ب
د	د	د	جـ

العوامل التى اخذت فى الاعتبار لدراسة المتغيرات التصميمية ككل

المساحة المعرضة للاشعة	A
اللون (معامل الامتصاصية)	alfa (∝)
التوجيه (الاشعة الشمسية)	I
مواد الانشاء (معامل الانتقال الحرارى الكلى)	U
فرق درجات الحرارة	ΔT

دراسة تأثير كل متغير على حده مع تثبيت العوامل الاخرى .

Parametric – Study

– إعداد الباحث

4-3 مراحل وخطوات تقييم الأداء الحراري للنموذج النظري:

تشمل عناصر الغلاف الخارجى للمباني كل من الارتفاع الكلى ونسبة مسطح الزجاج فى الواجهات والتوجيه، وفى هذا الإطار يتم استنتاج حالة مرجع (Reference case) تنسب إليها المتغيرات المختلفة، ويتم ذلك من خلال فرض حالة اعتبارية لكي تكون قيمة عظمى (Max.Value)، وأخرى لكي تكون قيمة صغرى (Min.value)، وهذه المؤشرات القياسية المستخدمة فى تقييم المتغيرات التصميمية للمباني، وهذا الأسلوب في التقييم طبقا لدراسات (Osama Abdou, 1987) ويوضحها الجدول رقم (5) وهى كالتالي:

أولاً: بالنسبة للحالة الاعتبارية العظمى:
وفيها يتم فرض نسبة الزجاج = (100%)، وفى هذه الحالة فإن كمية الأحمال الحرارية المطلوبة صيفا وشتاءً = (350ك.و/م2.س5).

ثانياً: بالنسبة للحالة الاعتبارية الصغرى:
وفيها يتم فرض أن نسبة الزجاج = (صفر%)، أي أن المبنى بدون فتحات، وفى هذه الحالة فإن قيمة الأحمال الحرارية المطلوبة صيفاً وشتاءً = (90ك.و/م2.س5).

ويتم رصد مقدار التغيير فى الحالات المختلفة من خلال مؤشر الفرق بين القيمة العظمى والقيمة الصغرى للحالات الاعتبارية الموضحة بالجدول رقم (5).

جدول (5) يوضح القيمة العظمى والصغرى للحالة المرجع "الاعتبارية"

الفرض	سبة الزجاج%	الأحمال المطلوبة ك. وات/م2.س5	الفرق بين قيم الحالتين ك. وات/م2.س5
حالة اعتبارية رقم (1)	**100**	**350**	**260**
حالة اعتبارية رقم (2)	**صفر**	**90**	

إعداد الباحث في ضوء دراسات (أسامة خليل،1990م).

ويمكن استنتاج مقدار التأثير الذى يحدثه أى تغيير من خلال العلاقة الرياضية[1] الآتية:

$$\text{- نسبة التاثير} = \frac{\text{قيمة عظمى للتغير - قيمة صغرى للحالة المرجع}}{\text{قيمة عظمى للحالة المرجع - قيمة صغرى للحالة المرجع}} \times 100$$

[1] طبقا لمعادلة التقييم المستخدمة في تقييم الأداء الحراري للمباني (أسامه خليل، 1990)

ويتم الاستعانة بالحاسب الآلي في تقييم البدائل المختلفة لنسب تأثير المتغيرات التصميمية وهى (الارتفاع ونسبة الزجاج والتوجيه)، وذلك بهدف الوصول إلى مدى تأثير كل من هذه المتغيرات بالنسبة للأشكال الهندسية، التي يتناولها البحث بالدراسة والتحليل، ونتائج هذه الدراسات موضحة بالأشكال أرقام (4: 7)، والجدول رقم (6)، والتي تتضمن تجميع النتائج في إطار تقيمي حراري يعتمد على النسب المئوية لتأثير عناصر تشكيل الغلاف الخارجى للمبانى على أدائها الحرارى وعلاقتها بالمتغيرات التصميمية سالفة الذكر، حتى يستطيع المصمم من خلالهما تحديد واختيار البدائل التصميمية بناء على الاحتياجات والمحددات، ومن ثم يكون للمصمم الحرية فى تفضيل شكل هندسى دون آخر من خلال نسب تأثير عناصر تشكيل غلافه الخارجى على أدائه الحراري، والمؤشرات التي توصل إليها البحث من خلال تحليل الجداول والأشكال يوضحها الجزء التالي.

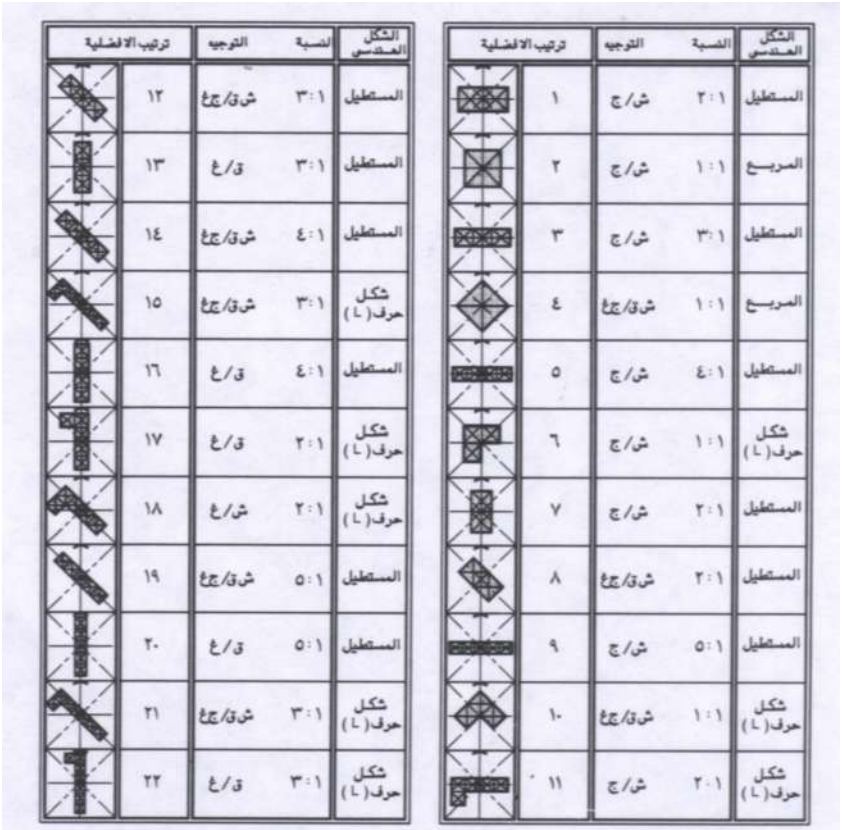
5-3 المؤشرات الرقمية لنتائج تقييم كفاءة الأداء الحرارى للمباني

أ- توصل البحث أن التشكيل الهندسى للمسقط الأفقى (مورفولوجية المسقط) الأنسب هو أن المستطيل بنسبة (1: 2) وضلعه الأكبر يواجه الشمال، حيث يتفوق حرارياً على بقية المساقط الأفقية المربعة وشكل حرف (L)، وذلك لأي نسبة هندسية فى حالة ثبات المساحة التصميمية للأشكال الهندسية المختلفة، وقد توصل البحث إلى ترتيب للأفضلية النسبية لاختيار بدائل التشكيلات الهندسية المختلقة للمبانى التي شملتها الدراسة، كما يوضحها الشكل رقم (4).

ب- توصل البحث أن متوسط الأحمال الحرارية التي يجب التخلص منها صيفا فى صورة أحمال تبريد بجميع الأشكال الهندسية البسيطة (المربع والمستطيل وشكل حرف L)، تصل إلى ثلاثة أضعاف الأحمال الحرارية المطلوبة شتاء، وبهذه النتيجة أثبت البحث أن التبريد يفوق التدفئة بثلاثة أضعاف، وذلك للمنطقة المشمولة بالدراسة، كما يوضحها الجدول (6) .

جـ- توصل البحث أن الواجهات الشمالية هى أقل الواجهات انسياب حراري، كذلك تتفوق الوجهات الجنوبية على مدار العام إذا ما قورنت بباقي الواجهات الأخرى في مقدار الانسياب الحراري خلالها، حيث يزيد الانسياب بمقدار الضعف للواجهات (الشرقية والغربية) وبمقدار ثلاثة أمثال إذا قورنت بالواجهات الشمالية، وبالتالي يتحسن الأداء الحراري بشكل ملحوظ بمعالجة الواجهات الجنوبية بالطرق الطبيعية في التصميم ومن أهمها (التظليل الخارجي والتهوية الطبيعية والعزل الحراري).

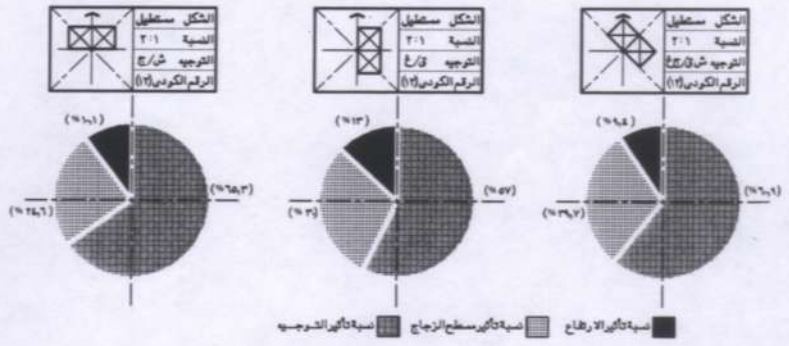
د - توصل البحث إلى نسبة تأثير كل من (التوجيه ونسبة الزجاج مسطح الفتحات)، وذلك من خلال تجميع نتائج الدراسات التحليلية لعناصر تشكيل الغلاف الخارجي لأنماط المباني المختلفة، وهذه النتائج تعكس مؤشرات رقمية تعبر عن ترتيب الأهمية النسبية لتأثيراتها المختلفة من منظور الراحة الحرارية والتوفير في الطاقة والتي يوضحها الشكل رقم (5)، وهى كالتالي:



الشكل الهندسي	النسبة	التوجيه	ترتيب الافضلية
المستطيل	٢:١	ش/ج	١
المربع	١:١	ش/ج	٢
المستطيل	٣:١	ش/ج	٣
المربع	١:١	ش ق/ج ع	٤
المستطيل	٤:١	ش/ج	٥
شكل حرف (ل)	١:١	ش/ج	٦
المستطيل	٢:١	ش/ج	٧
المستطيل	٢:١	ش ق/ج ع	٨
المستطيل	٥:١	ش/ج	٩
شكل حرف (ل)	١:١	ش ق/ج ع	١٠
شكل حرف (ل)	٢:١	ش/ج	١١

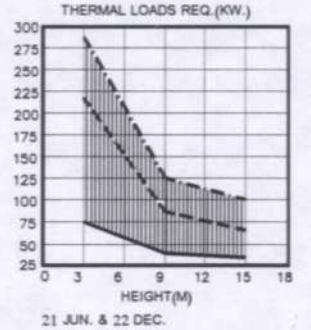
الشكل الهندسي	النسبة	التوجيه	ترتيب الافضلية
المستطيل	٣:١	ش ق/ج ع	١٢
المستطيل	٣:١	ق/ع	١٣
المستطيل	٤:١	ش ق/ج ع	١٤
شكل حرف (ل)	٣:١	ش ق/ج ع	١٥
المستطيل	٤:١	ق/ع	١٦
شكل حرف (ل)	٢:١	ق/ع	١٧
شكل حرف (ل)	٢:١	ش/ع	١٨
المستطيل	٥:١	ش ق/ج ع	١٩
المستطيل	٥:١	ق/ع	٢٠
شكل حرف (ل)	٣:١	ش ق/ج ع	٢١
شكل حرف (ل)	٣:١	ق/ع	٢٢

شكل رقم (٤) ترتيب الافضلية الحرارية لاختيار بدائل التشكيلات الهندسية للمساقط الافقية وذلك للمبانى التى تقع ضمن خط عرض (٣٠°) شمالا

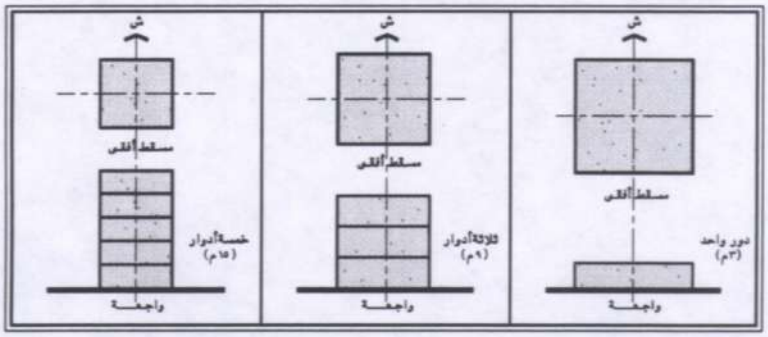


شكل رقم (٥) يوضح نسبة تأثير كل متغير فى اطار المتغيرات التصميمية

- إعداد الباحث



شكل رقم (٦) تأثير زيادة الارتفاع على الاداء الحرارى للمبانى فى حالة ثبات الكثافة البنائية .



شكل رقم (٧) ثبات الكثافة البنائية مع تغير نسبة أشكال الموقع والتشكيل المعمارى للمبنى .

التاريخ	واجهة (١) = ١٣٦,١٢ م٢			واجهة (٢) = ٦٧,٠٨ م٢			واجهة (٣) = ١٣٦,١٢ م٢			واجهة (٤) = ٦٧,٠٨ م٢			السطح = ١٣٦,١٢ م٢		العمل الحرارى الكلى المكتسب خلال الحوائط والفتحات والأسطح ك · وات
	متوسط الاشعاع الشمسى وات / م٢	كمية الحرارة المكتسبة بالتوصيل ك · وات		متوسط الاشعاع الشمسى وات / م٢	كمية الحرارة المكتسبة بالتوصيل ك · وات		متوسط الاشعاع الشمسى وات / م٢	كمية الحرارة المكتسبة بالتوصيل ك · وات		متوسط الاشعاع الشمسى وات / م٢	كمية الحرارة المكتسبة بالتوصيل ك · وات		متوسط الاشعاع الشمسى وات / م٢	كمية الحرارة المكتسبة بالاشعة ك · وات	
		شمالى + ٣٥,٦٥ م٢	شمالى + ٣٥,٦٥ م٢		شمالى + ٣٥,٦٥ م٢	شمالى + ٣٥,٦٥ م٢		شمالى + ٣٥,٦٥ م٢	شمالى + ٣٥,٦٥ م٢		شمالى + ٣٥,٦٥ م٢	شمالى + ٣٥,٦٥ م٢			
صيفا ٢١ يونيه	٣٥	٠,٧٤٠	٦,٦٨٧	١١٥	١,٠٢٨	٢,٠١٧	٣,١٨٥	١٥	٠,٣٨٦	٠,٣٩٤	١,٦٨٠	١١٥	١,٠٢٨	٢,٠١٧	٣,١٨٥	٢٥٥	٢١٨,٠٨
شتاء ٢٢ ديسمبر	صفر	٠,٢٣٠	٠,٦١٧	٥٥	٠,٣٧٢	٠,٦٢٢	١,٠٠٤	١٨٠	٢,٩٥٧	٥,٥٥٠	٨,٥٢٧	٥٥	٠,٣٧٢	٠,٦٢٢	١,٠٠٤	١١٠	٢٩١,٨٨
																	٢٣,٨٠
																	٦٣,٧٠

- مساحة المسقط الأفقى = ١٠٠ م٢
- معامل الانتقال الحرارى للحوائط = ٠,٥٦ وات / م٢ · س°
- معامل الانتقال الحرارى للأسطح = ٠,٧٩ وات / م٢ · س°
- محيط المبنى = ١٣٦,١٢ م
- الارتفاع = ٣,٠٠ م

جدول رقم (٦) تقييم الاداء الحرارى لعناصر تشكيل الغلاف الخارجى للمبنى المستطيل بنسبة (١ : ٢) رقم كودى (١٢)

– إعداد الباحث

أولاً: التوجيه الجغرافي: حيث تتراوح نسبة تأثيره كمتوسط عام على مستوى جميع التشكيلات الهندسية التي شملتها الدراسة (44% ≈ 48.5%).
ثانياً: مسطح الزجاج: حيث تتراوح نسبة تأثيره حوالى (37% ≈ 39%).
ثالثاً: الارتفاع الكلي: حيث تتراوح نسبة تأثيره حوالى (12.5% ≈14.5%).

هـ- وفي حالة ثبات الشكل الهندسى للمسقط الأفقى والكثافة البنائية فإن زيادة الارتفاع بصفه عامة تساهم فى رفع كفاءة المبانى حرارياً سواء صيفاً أو شتاءً، حيث تصل نسبة هذا التحسن صيفاً إلى (50%)، وذلك في حالة زيادة الارتفاع الداخلى من (3م:9م) فى حين أن هذه النسبة تناقص إلى (30%) فى حالة زيادة الارتفاع من (9م:15م)، وهذه المؤشرات تشير إلى تتناقص نسبته الأداء الحراري كلما زاد الارتفاع، وأن التحسن الأساسي للمباني يكون من دور إلى ثلاثة أدوار، كما يوضحها الشكل رقم (6، 7).

4 – مناقشة أوجه التوافق والقصور لنتائج النموذج العمرانى المقترح

يتضمن الجزء التالي مناقشة تحليلية لنتائج النموذج النظرى المقترح السالفة الذكر، وذلك خلال مستويين للدراسة، أولهما: المقارنة الرقمية بين نتائج النموذج والدراسات الأخرى للباحثين، والتي استهدفت التخطيط البيئي والتشكيل العمراني بالمناطق الصحراوية، واستخدمت أدوات قياس مماثلة، والمستوى الثانى: يتضمن استخلاص واستقراء للأطر والأساليب المناسبة لتطوير النموذج المقترح، آخذاً في الاعتبار أساليب التوفيق الممكنة بهدف رفع كفاءته الحرارية ضمن خط عرض (30° شمالاً)، والتي يوضحها الشكل رقم (8) وهى كالتالي:

أولاً: بمقارنة نتائج النموذج المقترح مع دراسات (Olgay, V., 1963)
يتضح التقارب النسبي في الأبعاد الهندسية لتشكيل المسقط الأفقي، والذي أقترحه النموذج مع دراسات أوليجاى، حيث أوضح النموذج مناسبة الأبعاد (1 : 2) والذي يواجه فيه الضلع الأكبر تجاه الشمال، وذلك للمناطق الصحراوية الحارة، وتؤكد على ذلك دراسات أولجياي والتي أوضحت مؤشراتها مناسبة الشكل المستطيل المواجهة ضلعه الأكبر للشمال بالنسبة للمناطق الحارة الجافة والحارة الرطبة وهذه المؤشرات يمكن تلخيص نتائجها كالتالى:

أ- بالنسبة للمناطق الحارة الجافة (Hot-arid zone):
تسمح حالات الشتاء بالشكل المستطيل، أما الضغوط الحرارية أثناء فترات الإجهاد الحرارى الزائد صيفا، فإنها تتطلب التقليل من هذه الاستطالة مرة أخرى لتصبح المباني أقرب إلى الشكل المربع، وتحقق النسبية (1 : 1.3) الحالة الأنسب، وتزيد إلى (1 : 1.6) في الحالات العملية، هذا ويتميز الشكل الأنسب لمباني هذه المناطق باستقطاع جزء داخلي من الشكل وتكوين ما يسمى بالحوش الداخلى الذى يقوم بدور المنظم الحراري لهذه المباني.

ب- بالنسبة للمناطق الحارة الرطبة (Hot-humid zone):

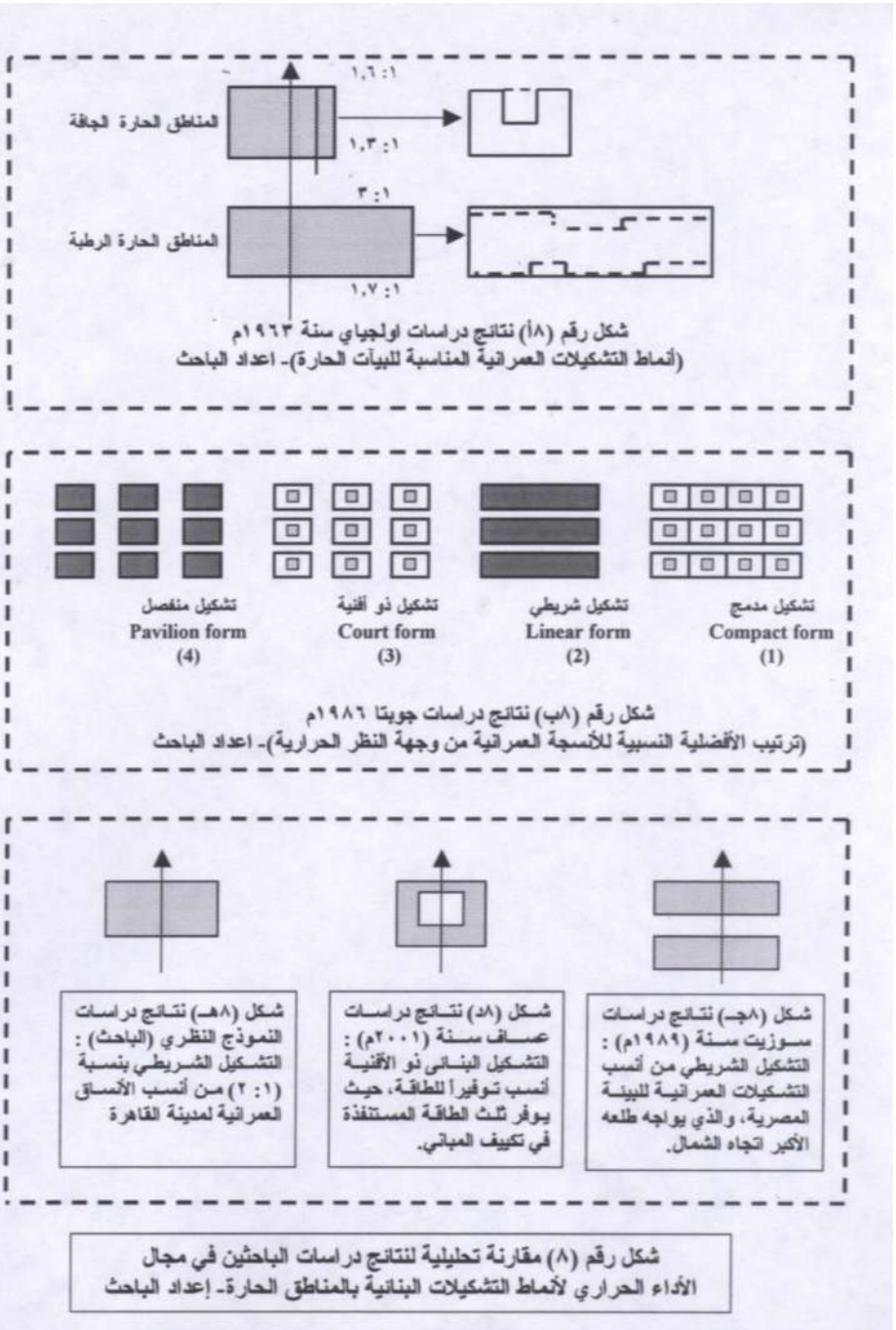
يؤثر سقوط أشعة الشمس على الجانبين الشرقي والغربي من المباني بكثافة عالية فى استطالة المباني كثيراً في هذين الاتجاهين، ويساعد هذا الشكل فى توفير حالات تهوية أفضل، في هذه المناطق، وتعتبر النسبة الأنسب (1: 1.7)، وتزيد إلى (1: 3) فى الحالات العملية، هذا ويمكن استخدام الشكل الحر مع توفير وسائل تظليل مناسبة للواجهات المعرضة لأشعة الشمس.

ثانياً: بمقارنة نتائج النموذج المقترح مع دراسات (Gupta, 1986):
يتضح أهمية رفع كفاءة الأداء للنمط الشريطى بالمناطق الحارة من خلال مسامية المسقط والتى تؤكد على فراغات داخلية فى إطار أفنية تفتح للداخل أو الخارج، والتي يمكن أن تخفف من الضغوط الحرارية أثناء فترات الإجهاد الحرارى الزائد، كذلك تؤكد دراسات جوبتا التى تم تطويرها بمعرفة (Peter & Philip, 1987)، على أهمية التشكيل الخارجى للواجهات الشرقية والغربية من خلال الغلاف الخارجى لها، والتى تأتى فى المرحلة الثانية بعد الاختيار الأنسب للتوجيه العام لتشكيل النسيج العمرانى للمبانى، وذلك بالإضافة إلى الفراغات الداخلية لها.

ثالثاً: بمقارنة نتائج النموذج مع دراسات سوزيت (1989م):
يتضح التوافق النسبي لمناسبة التشكيل الشريطي المواجهة للشمال للبيئة المصرية، مع توفير بروزات أفقية بالواجهات الجنوبية لتوفير أكبر قد من الإظلال أثناء فترات الإجهاد الحراري، كذلك تؤكد الدراسات على أهمية التهوية الطبيعية كمعيار مناخي مؤثر في محصلة الأداء الحراري للأنسجة العمرانية بالمناطق الحارة.

رابعا: وتؤكد على هذه النتيجة أيضاً دراسات عساف سنة (2001م) لمدينة حلب بسوريا، والتي أوضحت مؤشراتها الرقمية على تفوق النمط ذو الأفنية في توفير الطاقة بنسبة لا تقل عن (30%)، وبخاصة الأحمال الحرارية المطلوبة للتبريد صيفاً، وكذلك أحمال التسخين المطلوبة شتاءً، وبهذه النتيجة يتبين أن النموذج النظري يحتاج إلى مشاركة معيار مسامية المسقط.

خامسا: وتؤكد على هذه النتائج أيضاً الدراسات التطبيقية التي أعدتها شفق الوكيل، خالد فجال سنة (2002م)، والتي استهدفت تأثير الظروف المناخية على العمارة والعمران في صحراء مصر، وإمكانية رفع كفاءة الأداء الحراري خلال عدة مجموعات سكنية بالمدن الجديدة، في إطار مدينة القاهرة بمشاركة معيار التهوية، وبالتالي فإن النموذج المقترح يحتاج إلى رفع كفاءته من خلال مشاركة معيار التهوية بالإضافة إلى معيار الطاقة الشمسية والمعايير الأخرى.



شكل رقم (٨أ) نتائج دراسات اولجياي سنة ١٩٦٣م
(أنماط التشكيلات العمرانية المناسبة للبيآت الحارة)- اعداد الباحث

شكل رقم (٨ب) نتائج دراسات جويتا ١٩٨٦م
(ترتيب الأفضلية النسبية للأنسجة العمرانية من وجهة النظر الحرارية)- اعداد الباحث

شكل رقم (٨) مقارنة تحليلية لنتائج دراسات الباحثين في مجال
الأداء الحراري لأنماط التشكيلات البنائية بالمناطق الحارة- إعداد الباحث

وبمقارنة نتائج النموذج المقترح مع الدراسات السابقة، يتضح تقارب النتائج بينهما، من حيث اعتبار النسق العمراني الشريطي هو الأنسب للمناطق الحارة، "وذلك من المنظور الحراري"، سواء كان ذلك لتشكيل المساقط الأفقية للمباني أو أنسجتها العمرانية، وفى هذا الإطار يمكن رصد عدة مؤشرات حرارية لأنماط تشكيل البيئة المشيدة خلال دراسات الباحثين، وأهمها احتياج النموذج المقترح لرفع كفاءته الحرارية من خلال مشاركة معيار "التهوية الطبيعية"، بالإضافة إلى معيار "الطاقة الشمسية"، ومشاركة "الفناء الداخلي"، في تشكيل الكتلة البنائية، وهذه المعايير هي التي يستخدمها البحث في التقويم البيئي والعمراني للنموذج المقترح، وذلك لتقريب النتائج قدر الإمكان إلى الواقع العملي للبيئة المصرية الصحراوية الحارة، وذلك من خلال دراسة تطبيقية على المناخ المحلى لمدينة القاهرة، والتي يتناولها البحث بالجزء التالي.

5- أنساق المباني المتوافقة بيئياً مع خط عرض (30°) شمالاً

تهدف الدراسة إلى الاستفادة من نتائج دراسات النموذج السابق دراسته، وذلك فى تطوير الأداء الحراري للبيئة المشيدة ضمن خط العرض المذكور وتمثله مدينة القاهرة، ويركز البحث فى دراسته التالية على دور التوجيه الجغرافى كعامل مؤثر فى تشكيل البيئة المبنية ورفع كفاءتها، والنموذج المقترح يشمل تأثير مشاركة كلٍ من معياري التهوية الطبيعية والفناء الداخلي "المشار إليهم بالجزء السابق" إلى جانب التأثير الحرارى للطاقة.

وقد اختير النطاق العمراني لمدينة القاهرة والتجمعات الجديدة به لتكون مجال الدراسة، لما يحظى به النطاق الحيوي للمدينة من نشاط واهتمام خلال الخطط التنموية الحالية والمستقبلية، ويعزى ذلك إلى أتساع نطاق الإقليم وعمق تأثيره والرغبة الملحة فى أن تكون البيئة المشيدة به نموذجاً يحتذي، وعمران يتوافق بيئياً بما يضمن استدامته عمرانياً، ومن ثم الاسترشاد به في أقاليم بيئية وتخطيطية أخرى.

5-1 الدراسات التطبيقية لاختبار كفاءة تطبيق النموذج المقترح

الهدف من الدراسة تحديد الملامح الرئيسة للنمط البيئي والطبيعي السائد في إقليم القاهرة الكبرى، وذلك للتكامل معه من خلال مجموعة من المؤشرات الحرارية لتصميم المباني، ومن ثم لتوفير المحيط الملائم والمريح للأنشطة المختلفة، وتشمل الدراسة مستويين أساسيين أولهما: مستوى التصميم العمراني، ويتناول تحليل وتقييم المعطيات البيئية ودراسة تأثيرها على الأنشطة الإنسانية والكتلة العمرانية بوجه عام، وثانيهما: مستوى تصميم المباني، ويشمل أسس ومعايير تصميم المباني وخصائص تشكيل الكتلة البنائية ومدى ملائمة توزيع الأنماط التجميعية من منظور التحكم فى البيئة الحرارية لها.

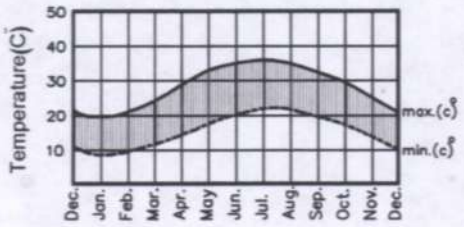
2-5 النظام البيئي الطبيعي لمدينة القاهرة كنطاق تطبيقي للنموذج:

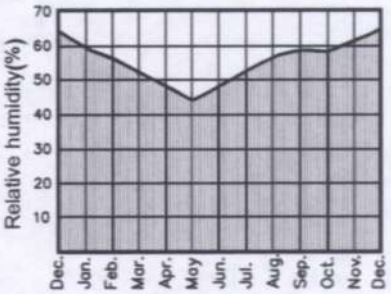
تقع المنطقة المشمولة بالدراسة (مدينة القاهرة) فى نطاق شبه صحراوي عند تقاطع خط عرض (30.36°) شمالاً، وخط طول (31°) شرقاً، وعلى إرتفاع متوسط (300م) فوق سطح البحر، والإقليم يدخل ضمن حدود المنطقة الانتقالية بين الإقليم المناخى الشمالي لمصر ومنطقة الدلتا وجنوب صعيد مصر، والمنطقة تتأثر بالمنخفضات الجوية المتحركة فوق البحر المتوسط فى الشتاء والربيع والخريف، بينما تقع فى نطاق تأثير المنخفض السائد فوق جنوب غرب أسيا ووسط أفريقيا فى الصيف، وتتشكل طبيعة تكوين التجمعات العمرانية الجديدة مثل (الشروق والعبور والقاهرة الجديدة) من أقاليم مناخية صغيرة، يمتد تأثيرها ليشمل محيطا يعتمد أتساعه على حجم الكتلة العمرانية، ويتراوح بعد الإقليم المناخى لها، بين(3، 4كم) من حدود المدينة.

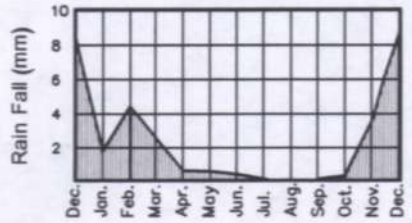
ويلاحظ الاختلاف في درجات الحرارة بين الظهير الصحراوي والمدن، ويرجع ذلك إلى الاختلاف في اختزان الطاقة خلال كل منهما، وفى أثناء فترات ضعف الرياح وصفاء السماء تتكون ما يعرف بالجزر الحرارية، حيث تقل درجة الحرارة فى المناطق المبنية عن المناطق الصحراوية المفتوحة خلال الليل بمقدار حوالى (5°م) تقريباً نتيجة التخزين الحرارى لرمال الصحراء، وتحت هذه الظروف تتكون سرعات كبيرة للرياح فوق المدينة بارتفاع في حدود (200م) من الكتلة البنائية، وذلك لقرب الصحراء الغربية من الجنوب، مما له أثره في تحميل الرياح الجنوبية الغربية بالأتربة خلال شهري مارس وأبريل.

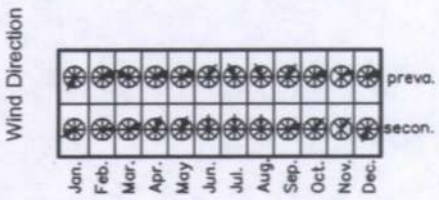
3-5 التحليل المناخى لمدينة القاهرة والنطاق الحيوى لها:

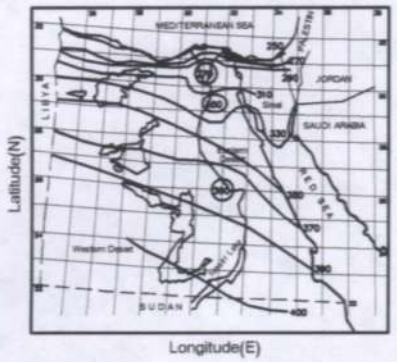
تعتمد الدراسة في تحليلها لمناخ إقليم مدينة القاهرة على البيانات المسجلة في محطة أرصادها الجوية، والنطاق المبنى والتأثير المحيطي لها، وقد تم استعراض للمحددات والمؤشرات المناخية الخاصة بالمنطقة خلال مجموعة من الجداول والأشكال المتتابعة، التي تعتمد على المتوسطات الشهرية، ويوضح شكل رقم (9) مجموعة المؤشرات المناخية الأساسية للعوامل ذات التأثير المباشر على راحة الإنسان وهى درجة الحرارة القصوى والدنيا، حيث أعلى درجة لها (35°م) في أغسطس، وأقل درجة تصل إلى (7.3) فى يناير ومدى الفرق الشهري يبلغ (23.9°)، ومعدلات الرطوبة النسبية (المتوسط السنوي 57.4%)، وبالنسبة للإشعاع الشمسي فان أعلى كثافة في يوليو (1250وات/م°) وتكافئ (9.3م) وأقل كثافة إشعاع فى يناير (753وات/م°)، وتكافئ (6.4م°) تقريباً.



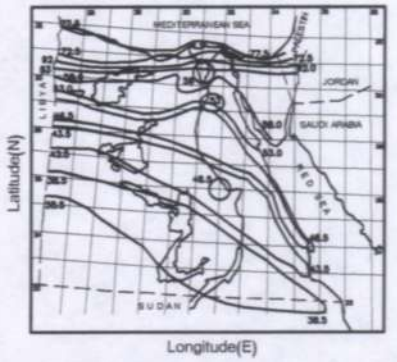








توزيع الطاقة الشمسية المشتتة لمصر (المتوسط السنوى اليومى للطاقة الشمسية المباشرة على شكل خطوط متساوية الطاقة وات / م٢ / يوم (شلتوت المسلمى ١٩٨٥ م)



توزيع الطاقة الشمسية المشتتة لمصر (المتوسط السنوى اليومى للطاقة الشمسية المشتتة على شكل خطوط متساوية الطاقة وات / م٢ / يوم (شلتوت المسلمى ١٩٨٥ م)

شكل رقم (٩) ملخص المؤشرات الحرارية للبيئة المناخية لمدينة القاهرة .

والتحليل السابق يوضح أن الفترة بين (نوفمبر وحتى مارس) تعتبر معتدلة ومريحة نسبياً، أما شهري (يوليو وأغسطس) فإنها حارة وبخاصة أثناء فترات الإجهاد الحراري الذائد نهاراً، وتعتبر الرياح هى العنصر المناخى الذى يمكن أن يوفر الراحة خلال هذين الشهرين، بالإضافة إلى إمكانيات البخر خلال تلك الفترة، وبتحليل البيانات المناخية والقراءات كل ساعتين تتضح الصورة التفصيلية لمناخ مدينة القاهرة، وأهم ملامحها أن المجال البارد ينحصر فى الليل والساعات المبكرة من الصباح من (نوفمبر إلى مارس)، أما الفترة الحارة فتمتد فى منتصف النهار فى كل من (إبريل ونوفمبر)، وتشمل معظم النهار فى (يونيو ويوليو وأغسطس).

وبتخفيض تأثير الإشعاع الشمسي فإن المجال البارد يمتد ليشمل كل من (ديسمبر ويناير وفبراير) فى حين أن المجال الحار ينحصر في الفترة من (يونيو إلى سبتمبر)، ولهذا فان الجزء التالي يتضمن الدراسة التفصيلية للإشعاع الشمسي والرياح بمنطقة الدراسة باعتبارها من أهم المعايير المحددة لطبيعة المناخ المحلى للمناطق الصحراوية الحارة.

5-3-1 تأثير الإشعاع الشمسي على البيئة المشيدة

تتلخص أهمية الإشعاع الشمسي في جانبين أساسين أولهما: تأثيره على الراحة الفسيولوجية للإنسان، وثانيهما: محتوى الطاقة الحرارية له، ومن خلال تصنيف المجالات المناخية، والتي يوضحها الشكل رقم (10)، يتضح أهمية الإظلال خلال الساعات الحارة، والسماح للإشعاع الشمسي بتخلل الفراغات فى الفترات الباقية من العام لتوفير مستويات مناسبة من الراحة، وبحساب التوجيه المرغوب فى فترة الصيف (إجهاد حراري زائد)، يتضح أنه بين (340° ≈4°) مع الشمال (172°) وبالنسبة للشتاء (إجهاد حرارى ناقص)، ينحصر التوجيه بين (156° ≈204°) مع الشمال (180°)، ومن ذلك فان التوجيه الأنسب للبلوكات التخطيطية والمباني للاستفادة القصوى من الإشعاع الشمسي لأطول فترة ممكنه يكون مواجهه للشمال، ومحوره الطولي يميل بزاوية مقدارها (83°) من الشمال إلى الشرق، ويوضحها الشكل رقم (11-أ)،

وبالنسبة لمشاركة معيار"الأفنية الداخلية" في تشكيل النموذج المقترح، فقد فان الدراسات التي أوردها البحث بالملحق (جـ) لنماذج أفنية داخلية تقع في نطاق المناخ المحلى لمدينة القاهرة وبمقاسات مختلفة، تشير إلى تحسن ملحوظ في النسبة المئوية للأسطح المظللة، وبخاصة أثناء فترات الإجهاد الحرارى الزائد (الساعة 12-16مساءً)، كذلك فإن البلوكات التخطيطية تتحسن كفاءتها التظليلية في حالة استطالة هذه الفراغات بامتداد محاورها الطولية مع ترك فراغات كافيه بين هذه البلوكات لضمان وصول أشعة الشمس في فترات الشتاء، والتي يجب أن لا تقل زاوية ميل أشعة الشمس شتاءً عن (40°).

5-3-2 تأثير سلوك الرياح خلال النسيج العمراني للمباني

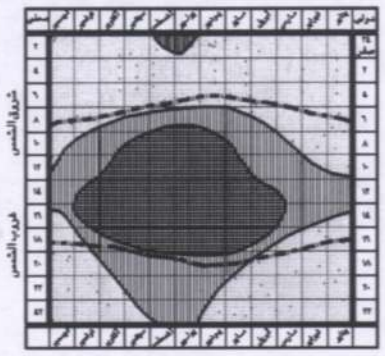
تختلف حركة الهواء خلال المناطق العمرانية عنها فى المناطق الصحراوية المفتوحة والمستوية، فالرياح تتفاعل مباشرة مع الأشكال الهندسية المكونة للنسيج العمراني، وتتأثر بالقوى الحرارية المتولدة خلال هذا النسيج وحركة الرياح داخل النسيج العمراني، وبدراسة طبيعة الرياح السائدة فى إقليم القاهرة الكبرى فإن الاتجاه الرئيسي للرياح هو الشمالي الغربي أما الاتجاه الثانوي لها هو الشمالي، ومتوسط السرعة (3.3م/ثانية).

ويؤخذ في الاعتبار أن رياح الخماسين تهب من الجنوب الغربي محملة بالرمال والأتربة من الصحراء الغربية في شهر مارس، ويمكن تقسيم الرياح إلى رياح مرغوبة رطبه فى الصيف، ورياح باردة في الشتاء، ورياح الخماسين المحملة بالأتربة فى الربيع، ويبين شكل 11- ب)، (11-جـ) تحليل الرياح ومحور التوجيه المرغوب، الذي يكون مواجهه للشمال، ومحوره الطولي يميل بزاوية مقدارها (68°) من الشمال إلى الشرق، وبالنسبة للرياح المتربة فى فصل الربيع فإنه يلزم معالجتها بمصدات لتخفيف سرعتها عن السرعة الحرجة اللازمة لحمل الأتربة.

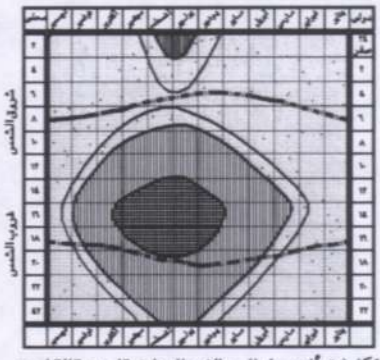
4-5 الضوابط العمرانية والبيئية للنموذج النظري المقترح:

يتشكل النموذج الإرشادي المقترح للبلوكات التخطيطية من الاتجاه المحصل للتوجيه الأنسب للرياح والإشعاع الشمسي معاً، كما يفضل أن تستطيل الكتلة البنائية عمودياً على اتجاه الرياح للاستفادة القصوى منها، مع توفير فراغات مناسبة لتشكيل حارات رئيسية للرياح تتخلل الكتلة العمرانية للمدينة، وباستخدام هذه الحارات كطرق للسيارات فإننا سنتجنب الإبهار البصري، وكذلك تحد من تأثير رياح الخماسين التى تهب موازية لمحور الامتداد.

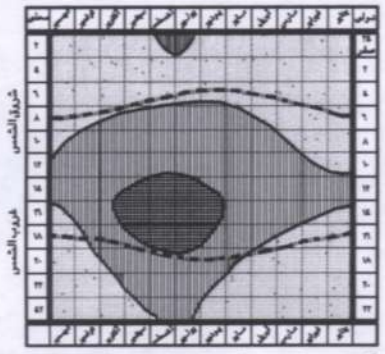
كذلك يفضل تدرج التشكيل العمرانى فى الارتفاع تجاه (الجنوبي الشرقي)، كما يجب ترك فراغات داخل الكتلة التخطيطية التى يجب أن تمتد بدورها فى اتجاه (الشمال- الجنوب الغربي)، والشكل رقم (12) يوضح الضوابط العمرانية والمؤشرات الرقمية المناسبة للنموذج الإرشادي المقترح لمدينة القاهرة، خط عرض (30°) شمالا، ومقارنتها بدراسات أولجياى للمناطق الحارة الجافة، باعتبارها من الدراسات الريادية في هذا المجال.



شكل(١٠-ب) تصنيف المجالات المناخية لمدينة القاهرة
فترات سطوع الشمس



شكل(١٠-أ) تصنيف المجالات المناخية لمدينة القاهرة
فترات الاظلال خلال الساعات الحارة فقط



شكل(١٠-جـ) تصنيف المجالات المناخية لمدينة القاهرة
فترات الاظلال

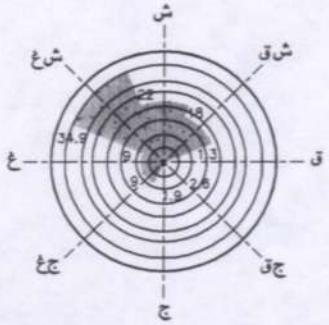
- المجالات الحرارية طبقا لمقياس درجة الحرارة المؤثرة (S.E.T)

(DISC) المجال البارد أقل من (-٠,٥)

(DISC) المجال المريح بين (-٠,٥ ، +٠,٥)

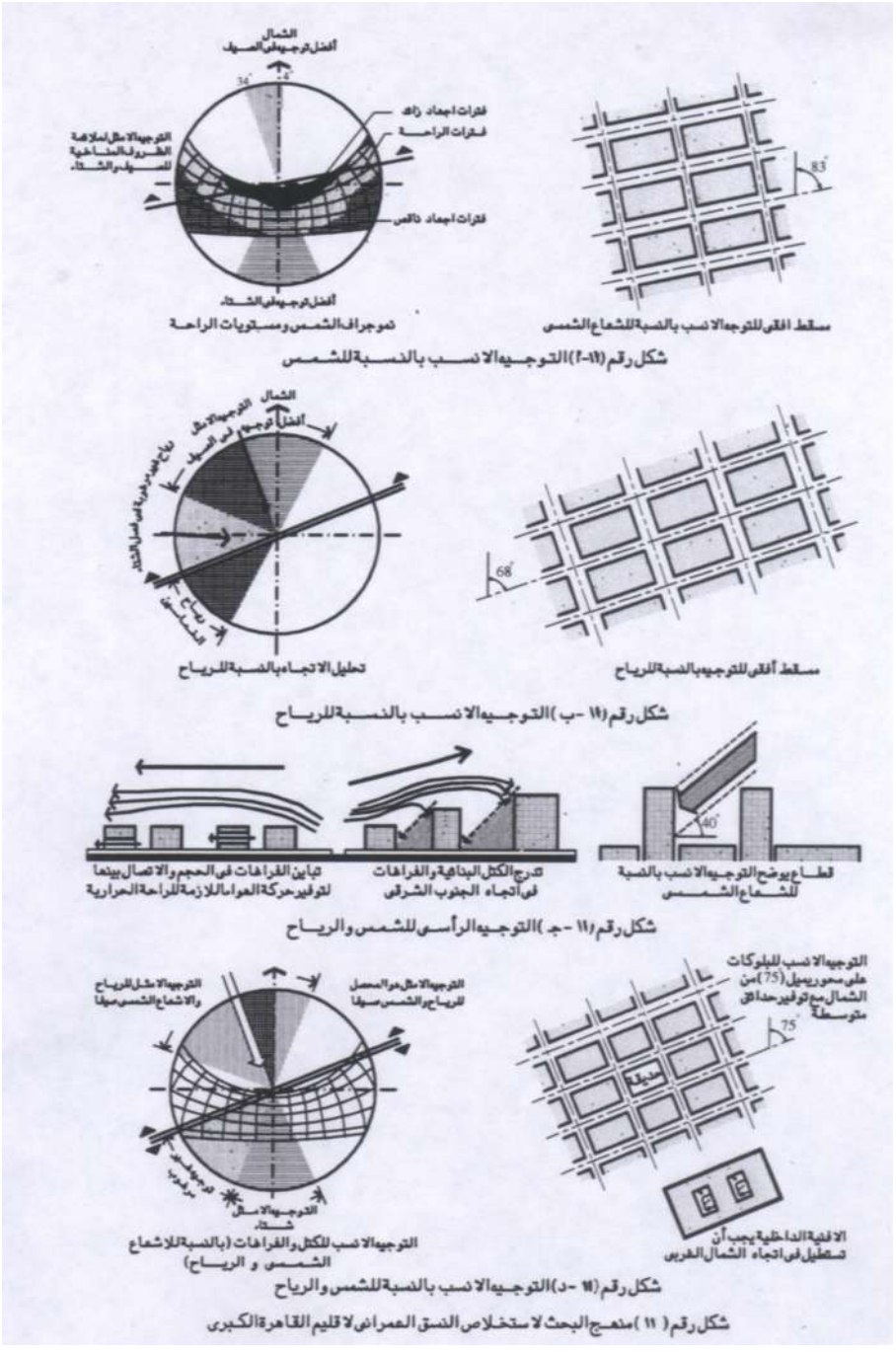
(DISC) المجال الحار أكثر من (+٠,٥)

(S.E.T) Standard Effective Temperature
(DISC) Discomfort Limites



شكل(٢-د) المتوسط السنوى لنسق حركة الرياح
(متوسط السرعة ٣,٣م/ ث و ترددات السكون ١٪)

شكل رقم(١٠) يوضح المجالات الحرارية ونسق حركة الرياح
ضمن اقليم القاهرة الكبرى



شكل رقم (١١) منهج البحث لاستخلاص النسق العمراني لاقليم القاهرة الكبرى

6- نتائج وتوصيات البحث

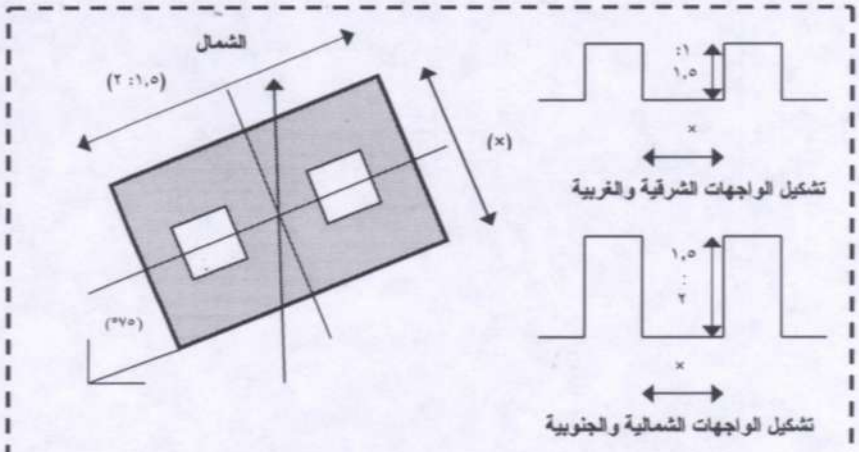
ركز البحث دراساته على تطوير نموذج نظري ضمن خط عرض (30° شمالاً)، ويستفيد من الطاقة الشمسية السالبة والتهوية الطبيعية بالبيئة المصرية، مع مراعاة مشاركة الأفنية الداخلية المناسبة لرفع كفاءة الأداء الحراري للأنساق العمرانية مجال البحث والدراسة، وهذا التوجه يدعم بشكل مباشر توفير الطاقة بمدننا المستقبلية لتكون ايكولوجية مستدامة، وقد توصل البحث من خلال دراساته التحليلية إلى نتائج ومؤشرات رقمية وضوابط عمرانية لنموذج إرشادي للبلوكات التخطيطية يمكن تطبيقه في الإطار الحيوي بإقليم القاهرة الكبرى، وهذه النتائج والتوصيات التي توصل إليها البحث كالتالي:

6-1 التشكيل الهندسي الأنسب للمسقط الأفقي للبلوكات التخطيطية بنسبة (1: 1,5)، (1: 2)، والتوجيه الأساسي لها يكون في الاتجاه (الشمالي الشرقي - الجنوبي الغربي) ويميل محورها الطولي بذاوية مقدارها (75°) من اتجاه الشمال إلى الشرق، والشوارع الرئيسية والفراغات العامة والخاصة تستطيل فى اتجاه موازى لاتجاه الرياح السائدة (الشمال الغربي والجنوبي الشرقي) لتسمح بمرور الرياح خلالها، وهذه المؤشرات يوضحها الشكل رقم (12).

6-2 توصل البحث إلى تفوق تأثير التوجيه الجغرافي، على كل من نسبة الفتحات بالواجهات، وكذلك خصائص مواد الإنشاء، وذلك من حيث التوفير في الطاقة المستنفذة في مجموع أحمال التبريد المطلوبة صيفاً، وأحمال التسخين المطلوبة شتاءً، والمؤشرات الرقمية التي تعكس هذه التأثيرات تتمثل في نسبة تأثير التوجيه (44% ≈ 48.5%)، نسبة تأثير الفتحات (37% ≈ 39%)، نسبة تأثير مواد الإنشاء (12.5% ≈14.5%).

6-3 توصل البحث أن المساكن المنفصلة تتطلب ثلاثة أضعاف الطاقة أكثر من وحدات بنائية وسطية مماثلة، وعلى الجانب الآخر تصل نسبة الأحمال الحرارية التي يجب التخلص منها صيفاً في صورة أحمال تبريد للأشكال الهندسية التي شملها البحث إلى ثلاثة أضعاف تلك الأحمال المطلوبة شتاءً، وتؤكد نتائج تأثير الارتفاع أن الأداء الحراري للمباني يتحسن بزيادة الارتفاع مع ثبات الكثافة البنائية، حيث يتحسن بارتفاع المبني من دور إلى ثلاثة بمقدار (50%)، وتتحسن النسبة بمقدار (30%) في حالة الارتفاع من ثلاثة إلى خمسة ادوار.

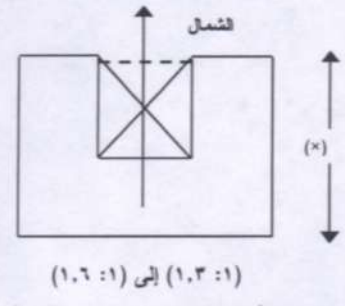
6-4 يوصى البحث باستخدام المؤشرات الرقمية للنموذج العمراني المقترح، وذلك كخطوط إرشادية في تحسين كفاءة الأداء الحراري للمباني بالمجتمعات العمرانية الجديدة في النطاق الحيوي بإقليم القاهرة الكبرى ضمن خط عرض (30°) شمالاً، كذلك يوصى بتوجيه الاهتمام نحو أهمية تطوير النماذج العمرانية الإرشادية المناسبة للأقاليم المناخية الجيومورفولوجية بالقطر المصري والتي تساهم إيجابياً في تفعيل منظومة التنمية المستدامة بمدننا المستقبلية وتوفير الطاقة بها.



مورفولوجية المسقط الأفقي:
١- التشكيل الأساسي هو المستطيل وتتراوح نسبة طوله لعرضه من (١: ١,٥)، وتزيد النسبة في الحالات العملية إلى (١: ٢).
٢- الأفنية الداخلية أساسية وتتوسط الكتلة البنائية.
٣- المسقط الأفقي يميل بزاوية مقدارها (٧٥°) من الشمال للشرق

مسامية المسقط والكتلة:
١- التشكيل الرأسي للواجهات الشرقية والغربية بحيث تكون ارتفاعها بنسبة (١: ١,٥) بالمقارنة بالمسافة البينية (فراغات الشوارع)
٢- التشكيل الرأسي للواجهات الشمالية والجنوبية تكون ارتفاعها بنسبة (١,٥ : ٢) بالمقارنة بالمسافة البينية للكتل البنائية.

النموذج العمراني المقترح طبقاً لدراسات البحث ضمن خط عرض (٣٠ شمالاً) - مدينة القاهرة (إقليم الحار شبه الصحراوي)- اعداد الباحث



* مسامية المسقط والكتلة:
تتراوح النسبة المثلي (١: ١,٣)
وتزيد في الحالات العملية إلى (١: ١,٦)

* النموذج العمراني طبقاً لدراسات اولجياي (الإقليم الحار الجاف)

شكل رقم (١٢) المقارنة التطبيقية بين نتائج دراسات البحث ودراسات اولجياى

المراجع

الدليل الارشادى الصادر عن هيئة الطاقات الجديدة والمتجددة بمصر، سنة 2000م.

الأمم المتحدة، **تحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاع الأبنية**، تحليل الخيارات في دول مختارة أعضاء في (الاسكوا)، نيويورك، سنة 2001م.

أسامه خليل، دراسة تحليلية لاستخدام الطاقة الشمسية في المباني، تأثير تشكيل الغلاف الخارجي للمباني على الأداء الحراري لها، ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الزقازيق، 1990م

أسامه خليل، الطاقة الشمسية والتخطيط البيئي المستدام للمدن الجديدة بمصر، رؤية مستقبلية في إطار الثورة الرقمية، المؤتمر المعماري الدولي السادس، جامعة أسيوط 2005م.

سميه طه أبو الفضل، استخدام الطاقة الشمسية في العمارة وتخطيط المدن، المؤتمر المعماري الدولي الخامس، العمران والبيئة : الفكر والتطبيق، المناخ والطاقات المتجددة، كلية الهندسية، قسم العمارة، في الفترة من (20≈22) إبريل، سنة 2003م.

سوزيت ميشيل عزيز، تقييم السلوك الحراري كأداة لتصميم التجمعات السكنية في مصر، دكتوراه، جامعة القاهرة، سنة 1989م.

شفق الوكيل، خالد فجال، تأثير الظروف المناخية على العمارة والعمران في صحراء مصر، ندوة التنمية العمرانية في المناطق الصحراوية، المملكة العربية السعودية، سنة 2002م.

شلتوت المسلمى، **مجلة تكنولوجيا الإشعاع والرياح**، العدد الثالث، مجلد 16 سنة، 1985م.

معاذ عبد الله، جدوى تباعد المباني في المدن الجديدة، مدى ملائمة النسق للظروف المناخية، المؤتمر المعماري الدولي الخامس، العمران والبيئة.. الفكر والتطبيق، المناخ والطاقات المتجددة، كلية الهندسية، قسم العمارة، في الفترة من(20-22) إبريل 2003م.

صفوان العساف، الطاقة والفكر البيئي المستدام في تخطيط استعمالات الأراضي، المجلد العلمي لمؤتمر التنمية العمرانية في المناطق الصحراوية، المملكة السعودية، سنة 2001م.

ASHRAE Handbook of fundamentals, American Society of Heating Refrigerating And Air - Conditioning Engineers, (1999).

Gupta, A,: Building clusters and solar exposures, Indian Institute of Technology, Delhi, (1986).

G.B. Hanna , Passive And Low Energy Architecture , Proceedings of the Second International Plea Conference Crete, Greece 28 June-1 July (1983).

Jan, I.K. ,Kreider And Frank Kreith , Solar Heating And Cooling, *Engineering Practical Design And Economics ,* Chapt . 5, (1985) .

Olgay, V. "*Design With Climate, Bioclimatic Approach To Architectural Regionalism"*, Princeton University Press, N.J. ,(1963).

Osama Abdou, The impact of passive solar energy utilizations on multi story apartment houses in hot dry climates, PhD, University of Michigan, 1987.

Peter & Philip. *An environmental gaming simulation*, vol. 35. (1986).

ملحق (أ) النماذج الرياضية المستخدمة بالبحث
لتقييم الأداء الحراري للمباني (قيمة أحمال التبريد والتدفئة للمباني)

أولا: الفتحات طبقا لـ (Jan. I.K., Kreider And Frank Kreith 1985)

ا- فتحات غير مظللة: $Q_g A_g (F_{sh} . \tau + I_v + U_g T_{out} - T_{in})$

Ag = مساحة الفتحة غير مظللة (م3).
Fsh = معامل التظليل = الصفر فى حالة التظليل العام وتساوى الواحد فى حالة انعدام التظليل.
T = معامل النفاذية الحرارية بالنسبة للإشعاع الشمسي المباشر والمشتت.
Iv = الإشعاع الكلى الساقط على الواجهة الرئيسية (وات/م2).
U g = معامل انتقال الحرارة الكلى للزجاج (وات/م2.س5)
Tout -Tin = الفرق بين درجات حرارة الهواء الخارجى والداخلي.

ب- بالنسبة للفتحات المظللة تقدر كمية الحرارة النافذة:

$$Q_{g,sh} = A_g \left[F_{sh} . \tau + I_v + U_g (T_{out} - T_{in}) \right]$$

حيث Ag ,sh = هى مساحة الفتحة المظللة (م2)

ثانيا: الحوائط $Q_w = A_w \left[\alpha I_v + U_w (T_{out} - T_{in}) \right]$

ا- بالنسبة للحوائط المعرضة تقدر كمية الحرارة النافذة:
حيث Aw = مساحة الحوائط المعرضة (م2).
α = معامل امتصاص الحائط للأشعة (0.9 للحوائط ذات لون غامق ، 0.6 المتوسطة 0.3 الفاتحة)
Uw = معامل انتقال الحرارة الكلى للحائط (وات/م2.س5)
Iv = شدة الإشعاع الشمسي الكلى على الحائط (وات/م2)
$T_{out} - T_{in}$ = الفرق بين درجات الهواء الخارجى والداخلي (1)

ب- بالنسبة للحوائط المظللة تقدر كمية الحرارة النافذة

$$Q_{w,sh} = A_{w,sh} . U_w (T_{out} - T_{in})$$

حيث أن $A_{w.\ sh}$ = مساحة الحائط المظللة (م2)

ثالثا: الأسطح طبقاً لـ (G.B. Hana, 1983)

$$Q_r = A_r \alpha . I_r + U (T_{out} - T_{in})$$

حيث Ar = مساحة السقف المعرض (م2).
α = معامل امتصاص الأشعة للسقف.
Ur = معامل انتقال الحرارة الكلى للسقف (وات/م2.س5)

رابعا: التهوية أو التسرب الحرارى طبقاً لـ (G.B. Hana, 1983)

$$Q_v = C_v (T_{out} - T_{in})$$

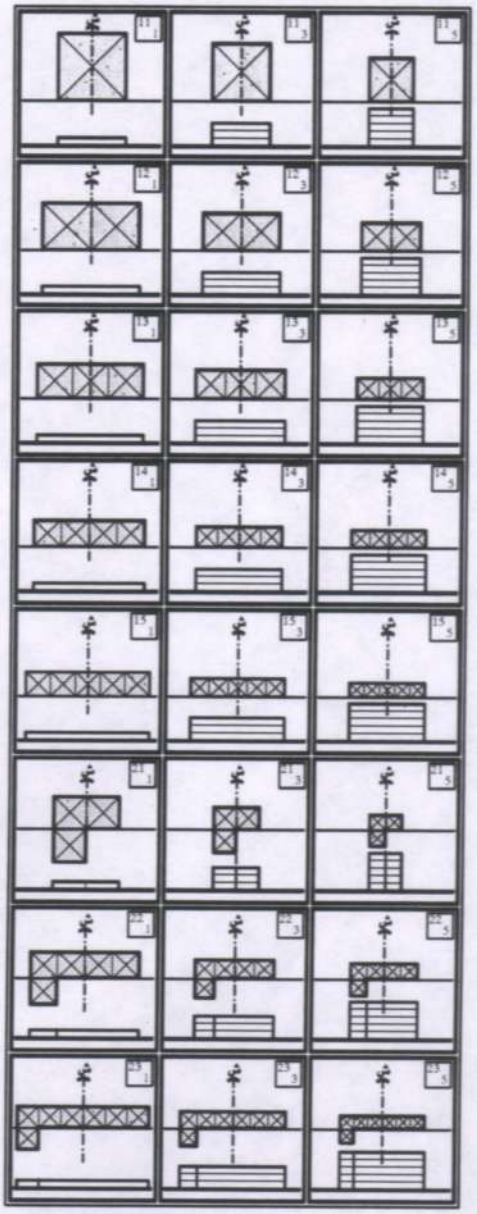
حيث: Q_v = التسرب الحرارى الناتج عن التهوية الطبيعية (ك.وات).
Cv = معدل التبادل الحرارى بالتهوية الطبيعية (وات/س5).
$T_{out} - T_{in}$ = الفرق بين درجات حرارة الهواء الخارجي والداخلي (س5).

*ويكون حمل التبريد الكلى مساوياً لمجموع كميات الحرارة المتدفقة (حوائط، أسطح فتحات)، طبقا لهذه المعادلة:

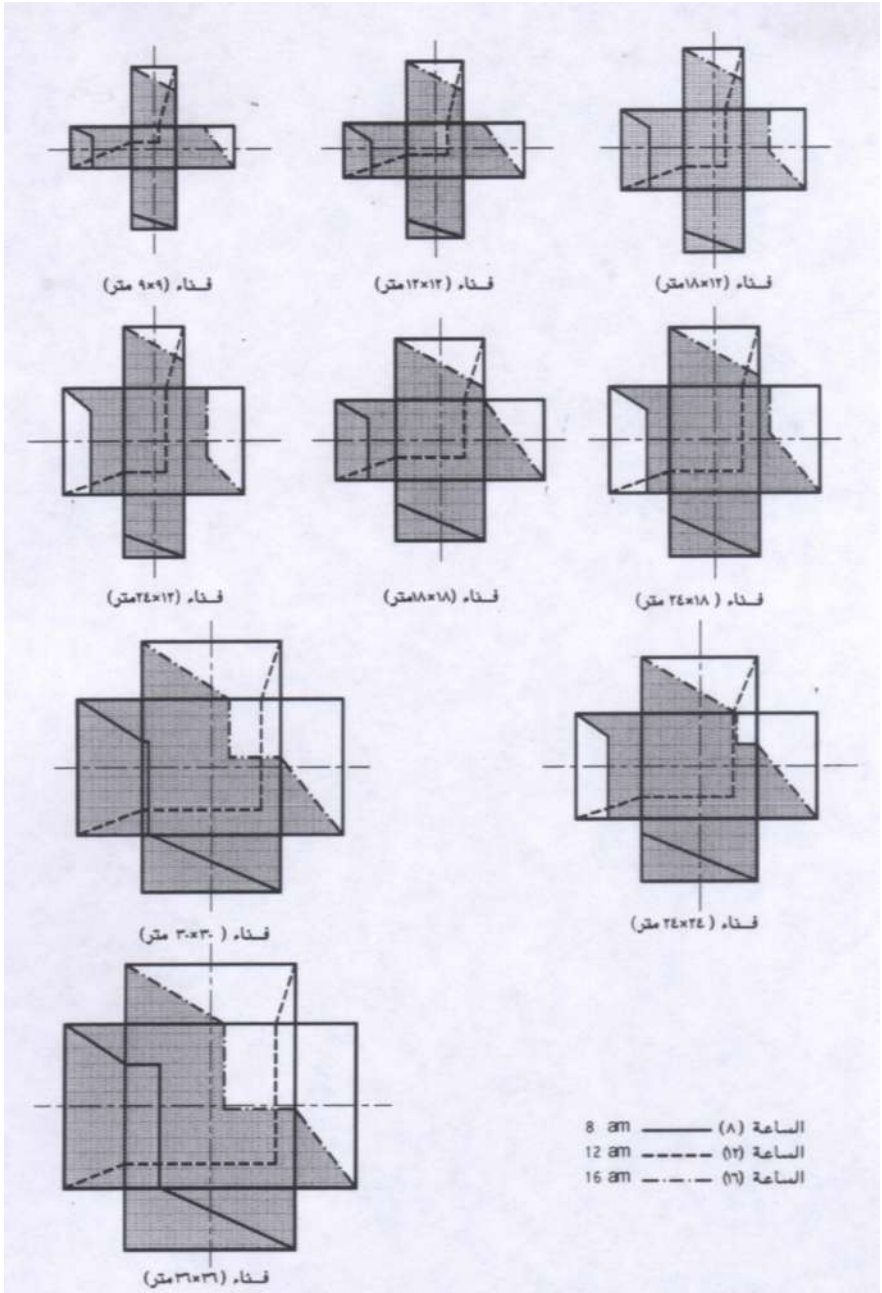
$$Q_t = Q_g + (Q_{g,sh} + Q_w + Q_{w,sh} + Q_r)$$

.

ملحق رقم (ب) نماذج المباني التي شملتها الدراسة والتقييم
في حالة التوجيه ش / ج



أنماط المباني الاساسية للنموذج النظري مجال الدراسة والبحث ضمن خط عرض (٣٠) شمالا. شملت العملية التقييمية حالات دراسية لدورانها (٣٦٠)



ملحق(جـ) دراسة لانماط الاظلال فى الافنية المختلفة المقاسات فى حالة ثبات الارتفاع(١٢م)
خلال شهر أغسطس (ضمن خط عرض ٣٠° شمالا - القاهرة)