



جامعة أسيوط

# استخدام المحاكاة لتقييم وتحسين الأداء الحراري للمباني السكنية (دراسة حالة: مدينة أسيوط الجديدة)

رسالة مقدمة للحصول على  
درجة الماجستير في العمارة  
من كلية الهندسة - جامعة أسيوط

إعداد المهندس

**أحمد عبد المنطلب محمد علي**  
معيد بقسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة  
جامعة أسيوط - مصر

٢٠١١ م



جامعة أسيوط

## استخدام المحاكاة لتقييم وتحسين الأداء الحراري للمباني السكنية (دراسة حالة: مدينة أسيوط الجديدة)

رسالة مقدمة للحصول على  
درجة الماجستير في العمارة  
من كلية الهندسة - جامعة أسيوط

إعداد المهندس

**أحمد عبد المنطلب محمد علي**

معيد بقسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة  
جامعة أسيوط - مصر

لجنة الإشراف:

**أ.د. عصام الدين كمال محروس**

أستاذ التصميم العمراني  
بقسم العمارة - كلية الهندسة  
جامعة أسيوط - مصر

**د. عزت عبد المنعم مرغني**

أستاذ التصميم المعماري المساعد  
بقسم العمارة - كلية الهندسة  
جامعة أسيوط - مصر

**د. عصام صلاح سعيد**

مدرس التصميم المعماري  
بقسم العمارة - كلية الهندسة  
جامعة أسيوط - مصر

لجنة الحكم:

**أ.د. مراد عبد القادر عبد المحسن**

أستاذ العمارة والتحكم البيئي  
ونائب رئيس جامعة عين شمس للبيئة  
وخدمة المجتمع الأسبق - جامعة عين  
شمس - مصر

**أ.د. محمد مؤمن عفيفي**

أستاذ العمارة بقسم الهندسة المعمارية -  
كلية الهندسة - جامعة القاهرة - مصر

**أ.د. عصام الدين كمال محروس**

أستاذ التصميم العمراني  
بقسم العمارة - كلية الهندسة  
جامعة أسيوط - مصر

**د. عصام صلاح سعيد**

مدرس التصميم المعماري  
بقسم العمارة - كلية الهندسة  
جامعة أسيوط - مصر

مشرفان  
بصوت واحد

٢٠١١ م

إهداء،،،

بكل مشاعر الحب والتقدير يسعدني أن اهدي هذا العمل المتواضع  
إلى والدي ووالدتي وأخوتي .....  
إلى زوجتي وفاء..... إلى ابنتي الغالية جنة

عرفاناً وتقديراً،،،،

## شكر وتقدير.....

الحمد لله رب العالمين وأصلى واسلم على أشرف الأنبياء والمرسلين نبينا محمد صلى الله عليه وسلم وصحبه أجمعين وبعد، يطيب لي بعد إنجاز هذا العمل المتواضع بعون من الله أن أتقدم بوافر الشكر والتقدير لكل من قدم لي يد المساعدة والنصح والإرشاد، وأخص بالذكر أستاذي الفاضل الدكتور/ عصام الدين كمال محروس أستاذ التصميم العمراني بقسم الهندسة المعمارية، الذي تشرفت بإشرافه على هذه الرسالة فكان نعم الأستاذ والموجه، وأشكر له حلمه عليّ وتواضعه وتفانيه معي حيث لم يبخل عليّ بعلمه ووقته جزاه الله عني خير الجزاء.

كما أتوجه بأسمى آيات الشكر والتقدير إلى الدكتور عزت عبد المنعم مرغني أستاذ التصميم المعماري المساعد بقسم الهندسة المعمارية جامعة أسيوط، الذي بذل معي قصارى جهده وأحاطني بنصائحه القيمة وتوجيهاته السديدة فله منى جزيل الشكر والتقدير وأسأل الله له دوام الصحة والعافية وجزاه الله عني خير الجزاء.

كما أتوجه بأسمى آيات الشكر والتقدير إلى الدكتور عصام صلاح سعيد مدرس التصميم المعماري الذي بذل معي قصارى جهده وأحاطني بعلمه والذي أكرمني بمتابعته وتفضل عليّ بتوجيهاته.

والذي الغالي وأستاذي الجليل الدكتور عبد المنطلب محمد على أستاذ العمارة والتحكم البيئي بقسم الهندسة المعمارية جامعة أسيوط، الذي تعلمت وما زلت أتعلم وأنهل العلم منه فكان نعم الأب في تعامله وتقديمه النصيحة، وكان نعم المعلم في غزارة علمه ونفاذ بصيرته، وكان نعم الإنسان في حلمه وتواضعه وخلقه الرفيع فله منى جزيل الشكر والتقدير وجزاه الله عني خير الجزاء.

كما أتقدم بجزيل الشكر والتقدير لجميع أعضاء هيئة التدريس بقسم الهندسة المعمارية وأخص بالذكر الدكتور مجدي محمد رضوان أستاذ تقنية وعلوم البناء ورئيس قسم الهندسة المعمارية جامعة أسيوط، وجميع أساتذتي الدكتوراة والمدرسين المساعدين والمعيرين والعاملين بكلية الهندسة بجامعة أسيوط لما قدموه لي من عون صادق طوال إعداد هذه الدراسة فلهم منى جزيل الشكر والتقدير.

كما أتوجه بجزيل الشكر لوالدتي وعائلتي الكبيرة والصغيرة، فكم عانت زوجتي وفاء في تسهيل لي وقت العمل بالبحث وسهرت على تربية ابنتنا جنة وتحملت عني شقاء تربيتها، فلها مزيداً من الصحة والعافية وأتقدم بالشكر إلى جميع أفراد أسرتي الذين كانوا لي سنداً دائماً في كل الظروف والأحوال.

وفي الأخير لا يسعني إلا أن أتوجه إلى الله بالحمد والشكر على ما منحني من عون ووهب لي من صبر لإتمام هذا العمل المتواضع، فإن أكن قد وفقت فيما قدمت فبفضل الله ونعمه، وإن كانت الأخرى سألت الله السداد والرشاد، وحسبي إنني اجتهدت والكمال لله وحده وما التوفيق إلا من عند الله، قال تعالى: "ذلك فضل الله يؤتيه من يشاء والله ذو الفضل العظيم" صدق الله العظيم (سورة الجمعة الآية: ٤) والله أسأل أن يوفقنا جميعاً لما يحبه ويرضاه، فهو نعم المولى ونعم النصير.

وختاماً أحمد الله على كل شئ يرتضيه، وأدعوه لطفاً على كل شئ يقتضيه".

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

.....

**ملخص البحث:**

يعد البعد البيئي من العناصر الهامة في عمارة المناطق الصحراوية لأنه يعمل على تحقيق مناخ ملائم ومناسب للمستعملين بحيث يحقق الحماية من أشعة الشمس والرياح الساخنة المحملة بالرمال والأتربة، وهذا يعني تعامل الإنسان بحساسية مع البيئة الصحراوية والتكيف معها، فبالرغم من ذلك نجد الآن البعد التام عن مفهوم التصميم المناخي في المناطق الصحراوية، فعلى سبيل المثال المباني الخرسانية التي تساعد على اكتساب الحرارة بسرعة فائقة كما أنها لا تسمح بالتهوية الطبيعية ويلجأ الإنسان في فصل الصيف إلى استخدام وسائل ميكانيكية داخل المباني فيرتفع بذلك استهلاك الطاقة وتقل إمكانيات جسم الإنسان على التأقلم مع الحرارة الخارجية.

**الباب الأول: الخصائص المناخية لمدينة أسيوط الجديدة والمعالجات التصميمية لمناخ منطقة الدراسة:**

يهدف هذا الباب إلى تقديم صورة مختصرة عن المناخ من خلال دراسة أنواعه وتناوله للتقسيمات المناخية في العالم مع التركيز على المناخ الحار الجاف الصحراوي (مناخ منطقة الدراسة)، وكذلك الوقوف على المناخ التفصيلي لمدينة أسيوط الجديدة (دراسة الحالة). وتقدم الدراسة الأنماط السكنية الموجودة بمدينة أسيوط الجديدة، وتحليل نسب مساحة تلك الأنماط بالمدينة تم التوصل إلي أن النمط السكني (ابني بيتك) يحتل المرتبة الأولى، لذا تم دراسة ذلك النمط ودراسة النماذج السكنية به. وأخيراً الوصول إلي النموذج السكني محل الدراسة مع تعرض البحث للملامح المعمارية للمناخ الحار الجاف الصحراوي والخروج ببعض المعالجات التصميمية المناخية الملائمة لمناخ المناطق الصحراوية.

**الباب الثاني: المحاكاة كأداة لتقييم الأداء الحراري للمباني:**

يتناول هذا الباب مفهوم المحاكاة وأنواع البرامج المستخدمة في تقييم الأداء الحراري داخل فراغات المباني وأهمية استخدامها، وعمل مقارنة بين تلك البرامج ثم الوصول إلي برنامج المحاكاة المناسب. وقد حاولت الدراسة تقديم نبذة عن برنامج المحاكاة المختار وكيفية استخدامه، وكذلك الخطوات اللازم إتباعها (عمل نموذج للمبنى محل الدراسة ثم عمل محاكاة ثم إخراج النتائج) لإتمام عملية المحاكاة. ينتهي هذا الباب بعمل معايرة لبرنامج المحاكاة المستخدم عن طريق مقارنة نتائج برنامج المحاكاة بنتائج القياسات الميدانية لنفس مناخ منطقة الدراسة الخاصة بالبحث - مدينة أسيوط الجديدة - ذو المناخ الحار الجاف الصحراوي والخروج بنسبة خطأ لنتائج البرنامج.

**الباب الثالث: تقييم وتحسين الأداء الحراري للنموذج محل الدراسة (نموذج ابني بيتك):**

يتناول هذا الباب التقييم المناخي لإحدى نماذج ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة كمثال لإحدى التجمعات السكنية ذات المناخ الحار الجاف الصحراوي، من خلال وضع بعض المعالجات التصميمية والمناخية للنموذج ودراسة تأثيرها على درجات الحرارة داخل الفراغات السكنية بالنموذج طوال الفترة الحارة وذلك خلال الفترة الزمنية التي حددت بأعلى درجات حرارة وأقل درجات حرارة. ويخلص الباب بمجموعة من النتائج التي يمكن الاسترشاد بها عند تصميم المباني السكنية ووضع المعالجات المناخية والمعمارية لمباني مناطق الامتداد المستقبلي لمدينة أسيوط الجديدة.

وينتهي البحث بالنتائج والتوصيات التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم مباني سكنية جديدة في المدن الحارة الجافة الصحراوية.

- المحتويات.

- الجداول والأشكال.

- مقدمة البحث.

الباب الأول: الخصائص المناخية  
لمدينة أسيوط الجديدة والمعالجات  
التصميمية لمناخ منطقة الدراسة  
١-١ - الخصائص المناخية والأنماط  
السكنية.

٢-١ - المعالجات التصميمية.

الباب الثاني: المحاكاة كأداة لتقييم الأداء  
الحراري للمباني

١-٢ - برامج المحاكاة المستخدمة  
لتقييم الأداء الحراري.

٢-٢ - دراسة تحليلية عن برنامج  
المحاكاة المستخدم وعمل المعايرة.

الباب الثالث: تقييم وتحسين الأداء  
الحراري للنموذج محل الدراسة  
(نموذج ابني بيتك)

١-٣ - تقييم تأثير المعالجات  
التصميمية على الأداء الحراري  
لل فراغات الداخلية.

٢-٣ - تعديل الوضع القائم للنموذج  
السكني.

- النتائج والتوصيات.

- المراجع.

- الملاحق.

## محتويات البحث



٥٦	٣-٣-٢-١- معالجة الحوائط الخارجية.....
٥٦	٤-٣-٢-١- وسائل التظليل.....
٥٧	٥-٣-٢-١- توجيه النموذج السكني.....
٥٨	خلاصة الباب الأول.....

### الباب الثاني: المحاكاة كأداة لتقييم الأداء الحراري للمباني:

٦٠	مقدمة.....
٦١	الفصل الأول: برامج المحاكاة المستخدمة لتقييم الأداء الحراري داخل فراغات المباني.....
٦١	١-١-٢- أهمية استخدام أدوات محاكاة الطاقة أثناء مراحل التصميم المختلفة.....
٦١	٢-١-٢- الرؤية المستقبلية لأداء الثورة الرقمية في مجال التخطيط البيئي المستدام للمدينة.....
٦٢	١-٢-١-٢- المرحلة الأولى : مقاييس عالمية.....
٦٢	٢-٢-١-٢- المرحلة الثانية : برامج حسابية.....
٦٢	٣-١-٢- التصميم المناخي بمساعدة الحاسب.....
٦٤	٤-١-٢- استخدام النموذج التمثيلي الرقمي لمحاكاة السلوك المناخي لفراغات المباني السكنية.....
٦٤	٥-١-٢- مميزات استخدام التمثيل الرقمي.....
٦٥	٦-١-٢- مشاكل تواجه التمثيل الرقمي كوسيلة للتصميم المناخي.....
٦٥	٧-١-٢- تصنيف برامج التمثيل الرقمي.....
٦٦	١-٧-١-٢- البرامج الجزئية.....
٦٦	٢-٧-١-٢- البرامج الشاملة.....
٦٧	٣-٧-١-٢- البرامج التجميعية.....
٦٨	٨-١-٢- برامج المحاكاة المستخدمة في دراسة الأداء الحراري.....
٧٢	٩-١-٢- مقارنة بين برامج المحاكاة المستخدمة في مجال دراسة الأداء الحراري.....
٧٢	١-٩-١-٢- مقارنة بين البرامج من حيث الخصائص العامة لنموذج المحاكاة وكذلك حساب الأحمال الحرارية للفراغات الداخلية.....
٧٢	٢-٩-١-٢- مقارنة بين البرامج من حيث الأحمال الحرارية للفراغات الخارجية وكذلك تصميم غلاف المبنى الخارجي والإضاءة الطبيعية.....
٧٢	٣-٩-١-٢- مقارنة بين البرامج من حيث حساب التهوية وسريان الهواء بين الفراغات.....
٧٦	الفصل الثاني: دراسة تحليلية عن برنامج المحاكاة المستخدم ومعايرته.....
٧٧	١-٢-٢- نبذة عن برنامج المحاكاة المستخدم TAS.....
٧٨	٢-٢-٢- مكونات برنامج TAS.....
٧٨	١-٢-٢-٢- بناء النموذج السكني (محل الدراسة).....
٧٩	٢-٢-٢-٢- إدخال بيانات النموذج السكني.....
٧٩	٣-٢-٢-٢- عرض نتائج برنامج المحاكاة.....
٨٠	٣-٢-٢-٢- الدراسات السابقة التي استخدمت برنامج المحاكاة TAS.....
٨٠	١-٣-٢-٢- الأبحاث العلمية المنشورة.....
٨٠	٢-٣-٢-٢- الرسائل العلمية.....
٨١	٤-٢-٢- معايرة البرنامج المستخدم (معامل تصحيح البرنامج).....
٨٢	١-٤-٢-٢- المبنى السكني رقم (٢٧).....
٨٤	٢-٤-٢-٢- عرض للقياسات الميدانية للفترة الحارة والباردة.....
٨٥	٣-٤-٢-٢- البيانات المطلوبة لمحاكاة النموذج السكني.....
٩٠	٤-٤-٢-٢- نتائج برنامج المحاكاة.....
٩١	٥-٤-٢-٢- مقارنة بين نتائج القياسات الميدانية ونتائج برنامج المحاكاة.....
٩٣	خلاصة الباب الثاني.....

## الباب الثالث: تقييم وتحسين الأداء الحراري للنموذج محل الدراسة (نموذج ابني بيتك):

٩٤	مقدمة
٩٤	١-٣- تقييم تأثير المعالجات التصميمية للنموذج السكني المختار على الأداء الحراري للفراغات الداخلية في الفترة الحارة
٩٦	١-١-٣- تأثير تغيير توجيه النموذج السكني على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
٩٧	١-٣-٢- تأثير أنواع مواد البناء على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
١٠٠	١-٣-٣- تأثير سمك الحوائط الخارجية على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
١٠٢	١-٣-٤- تأثير تغيير ارتفاع الفراغ على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
١٠٥	١-٣-٥- تأثير اختلاف الدور على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
١٠٨	١-٣-٦- تأثير ألوان تشطيبات الواجهات على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
١١٠	١-٣-٧- تأثير إضافة أو إزالة البلكونات على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
١١١	١-٣-٨- تأثير معالجات الشبايبك على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
١١٢	١-٣-٨-١- تغيير ارتفاع الشباك على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
١١٤	١-٣-٨-٢- تغيير عرض الشباك على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
١١٧	١-٣-٨-٣- تغيير موقع الشباك على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
١١٩	١-٣-٨-٤- تغيير ارتفاع جلسة شباك على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
١٢١	١-٣-٨-٥- تغيير نوع زجاج الشبايبك على الأداء الحراري
١٢٤	١-٣-٩- تأثير نوع وسائل التظليل على الأداء الحراري للفراغ الداخلي للأربع توجيهات
١٢٤	١-٣-٩-١- الواجهة الشمالية
١٢٥	١-٣-٩-٢- الواجهة الشرقية
١٢٦	١-٣-٩-٣- الواجهة الجنوبية
١٢٧	١-٣-٩-٤- الواجهة الغربية
١٢٧	١-٣-١٠- تأثير بروز وسائل التظليل على الأداء الحراري للفراغ الداخلي
١٢٨	١-٣-١٠-١- وسيلة التظليل الرأسية
١٣١	١-٣-١٠-٢- وسيلة التظليل الأفقية
١٣٤	١-٣-١٠-٣- وسيلة التظليل المركبة
١٤٢	٢-٣- تعديل الوضع القائم للنموذج السكني لتحسين الأداء الحراري داخل الفراغات السكنية
١٤٩	خلاصة الباب الثالث
١٥٠	النتائج والتوصيات
١٥٤	المراجع

## الملاحق

١	ملحق (أ) - عرض لنتائج القياسات الميدانية ونتائج برنامج المحاكاة المستخدم
٣	ملحق (ب) - البيانات المطلوبة لنموذج المحاكاة لمرحلة دراسة تأثير تغيير التوجيه
٩	ملحق (ج) - درجات الحرارة للغرف السكنية بالنموذج للتوجيهات المختلفة
١٠	ملحق (د) - درجات الحرارة للغرف السكنية بالنموذج لأنواع مختلفة من مواد البناء
١٢	ملحق (هـ) - درجات الحرارة للغرف السكنية لأسماك مختلفة من الطوب الطولي المجوف
١٥	ملحق (و) - درجات الحرارة للغرف السكنية بالنموذج لارتفاعات مختلفة للدور
١٧	ملحق (ز) - درجات الحرارة للغرف السكنية بالنموذج للأدوار المختلفة
١٩	ملحق (ح) - درجات الحرارة للغرف السكنية بالنموذج لألوان تشطيبات الواجهات
٢١	ملحق (ط) - درجات الحرارة لصالبة المعيشة عند إضافة وإزالة البلگونه
٢٣	ملحق (ي) - درجات الحرارة للغرف السكنية بالنموذج لمعالجات مختلفة للشبايبك
٣٤	ملحق (ك) - درجات الحرارة للغرف السكنية بالنموذج عند تغيير وسائل التظليل وبيروزات
٤٣	ملحق (ل) - نتائج الوضع القائم والوضع المقترح للنموذج السكني داخل فراغاته

- المحتويات.
- الجداول والأشكال.
- مقدمة البحث.

الباب الأول: الخصائص المناخية لمدينة أسيوط الجديدة والمعالجات التصميمية لمناخ منطقة الدراسة  
١-١- الخصائص المناخية والأنماط السكنية.  
٢-١- المعالجات التصميمية.

الباب الثاني: المحاكاة كأداة لتقييم الأداء الحراري للمباني  
١-٢- برامج المحاكاة المستخدمة لتقييم الأداء الحراري.  
٢-٢- دراسة تحليلية عن برنامج المحاكاة المستخدم وعمل المعايرة.

الباب الثالث: تقييم وتحسين الأداء الحراري للنموذج محل الدراسة (نموذج ابني بيتك)  
١-٣- تقييم تأثير المعالجات التصميمية على الأداء الحراري للفراغات الداخلية.  
٢-٣- تعديل الوضع القائم للنموذج السكني.

- النتائج والتوصيات.
- المراجع.
- الملاحق.

## الجدول والأشكال

**أولاً: الجداول:**

١٢	جدول (١-١): النسبة المئوية لعدد ساعات سطوع الشمس خلال العام على إقليم أسيوط
١٣	جدول (٢-١): متوسطات القيم الشهرية لأعلى وأدنى درجة حرارة خلال العام لمدينة أسيوط
١٨	جدول (٣-١): العوامل المؤثرة على الأداء الحراري للمبني
٢٤	جدول (٤-١): مساحة ونسب أنماط الإسكان بمدينة أسيوط الجديدة
٢٩	جدول (٥-١): أعداد ونسب الثلاث نماذج بابني بيتك
٣٨	جدول (٦-١): العلاقة بين سمك مادة البناء وزمن انتقال الحرارة خلالها
٤٥	جدول (٧-١): متوسط معامل انعكاس وامتنصاص وانتقال الإشعاع الشمسي لأنواع مختلفة للزجاج، مع ملاحظة الإشعاع الساقط عمودياً على السطح
٤٦	جدول (٨-١): معامل انتقال الأنواع المختلفة للزجاج عند الأسماك المختلفة
٥٠	جدول (٩-١): معامل التوصيل الحراري
٥١	جدول (١٠-١): نسبة الهواء المتسرب في فصل الصيف
٥١	جدول (١١-١): نسبة الهواء المتسرب في فصل الشتاء
٥٢	جدول (١٢-١): ثوابت عدد مرات تغيير الهواء للغرفة في الساعة الواحدة
٥٢	جدول (١٣-١): كمية الهواء اللازمة لتنفس شخص واحد في أماكن متعددة
٥٣	جدول (١٤-١): تصنيف لمجموعة من أشهر المصاييح المستخدمة في الفراغات
٥٤	جدول (١٥-١): كفاءة الموتورات
٥٤	جدول (١٦-١): الحرارة المكتسبة من بعض الأجهزة بالوات
٥٥	جدول (١٧-١): الحرارة الناتجة من الأشخاص داخل الفراغ
٦٢	جدول (١-٢): مقارنة بين التصميم المناخي بالطرق التقليدية والطرق الحديثة
٦٨	جدول (٢-٢): أهم برامج المحاكاة المستخدمة في تقييم الأداء الحراري
٧٣	جدول (٣-٢): مقارنة بين البرامج من حيث الخصائص العامة لنموذج المحاكاة وكذلك حساب الأحمال الحرارية للفراغات الداخلية
٧٤	جدول (٤-٢): مقارنة بين البرامج من حيث الأحمال الحرارية للفراغات الخارجية وكذلك تصميم غلاف المبني الخارجي والإضاءة الطبيعية
٧٥	جدول (٥-٢): مقارنة بين البرامج من حيث حساب سريان الهواء بين الفراغات
٧٦	جدول (٦-٢): أنواع برامج المحاكاة من حيث محاكاة المبني ومحاكاة مكونات الواجهة
٨٨	جدول (٧-٢): خواص مكونات سقف الدور السكني لمبني المعايير
٨٨	جدول (٨-٢): الصفات الحرارية الخاصة بخشب الأبواب والنوافذ لمبني المعايير
٨٨	جدول (٩-٢): خواص مواد البناء بالحوائط الداخلية والخارجية للنموذج السكني
٨٩	جدول (١٠-٢): الصفات الحرارية الخاصة بزجاج النوافذ الدور السكني لمبني المعايير
٩٥	جدول (١-٣): البدائل التصميمية التي تم دراستها باستخدام برنامج المحاكاة
١٣٧	جدول (٢-٣): نتائج الدراسة التطبيقية (البدائل التصميمية) باستخدام برنامج المحاكاة
١٤٢	جدول (٣-٣): المعالجات المقترحة إضافتها للنموذج السكني لتحسين الأداء الحراري
١٤٤	جدول (٤-٣): مقارنة بين الوضع القائم والمقترح بعد إضافة المعالجات المناخية

**ثانياً: الأشكال:**

٦	شكل (١-١): تقسيم المناطق المناخية بالعالم
٧	شكل (٢-١): المتوسط اليومي لأقصى درجات الحرارة في شهر يوليو
٧	شكل (٣-١): المتوسط اليومي لأقصى درجات الحرارة في شهر يناير
٨	شكل (٤-١): المتوسط السنوي لأقصى قيم درجات حرارة لمدن مصر
٨	شكل (٥-١): المتوسط السنوي لأدنى قيم درجات حرارة لمدن مصر
٩	شكل (٦-١): المتوسط السنوي للرطوبة النسبية لبعض مدن مصر
٩	شكل (٧-١): اتجاه الرياح السائدة لبعض مدن مصر في شهر يوليو
١٠	شكل (٨-١): اتجاه الرياح السائدة لبعض مدن مصر في شهر يناير
١٠	شكل (٩-١): المعدل السنوي للتساقط فوق مدن مصر

١١	شكل (١-١٠): موقع محافظة أسيوط بالنسبة للمحافظات المصرية
١٢	شكل (١-١١): موقع مدينة أسيوط الجديدة بالنسبة للمحافظة
١٤	شكل (١-١٢): متوسط أعلى وأقل درجات الرطوبة النسبية لكل شهر على مدار العام لمدينة أسيوط الجديدة - الوادي الأسيوطي
١٥	شكل (١-١٣): ورده الرياح السنوية لمدينة أسيوط الجديدة
١٦	شكل (١-١٤): التحليل المناخي لمدينة أسيوط
١٧	شكل (١-١٥): العوامل المناخية المختلفة المؤثرة علي الراحة الحرارية للإنسان
٢٠	شكل (١-١٦): حدود منطقة الراحة الحرارية تبعاً لخريطة الراحة لفيكتور أوليجيائي
٢١	شكل (١-١٧): التحليل البيومناخي لمدينة أسيوط الجديدة
٢٢	شكل (١-١٨): جدول المواقيت السنوية للفترات المناخية لمدينة أسيوط الجديدة
٢٣	شكل (١-١٩): الموقع العام لمدينة أسيوط الجديدة
٢٥	شكل (١-٢٠): مراحل تنفيذ ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة
٢٥	شكل (١-٢١): المرحلة الأولى بإسكان ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة
٢٦	شكل (١-٢٢): المساقط الأفقية والواجهات لنموذج (س) بقطاع ابني بيتك
٢٧	شكل (١-٢٣): المساقط الأفقية والواجهات لنموذج (ص) بقطاع ابني بيتك
٢٨	شكل (١-٢٤): المساقط الأفقية والواجهات لنموذج (ع) بقطاع ابني بيتك
٢٩	شكل (١-٢٥): توزيع النماذج السكنية بالمرحلة الأولى في قطاع إسكان ابني بيتك
٣١	شكل (١-٢٦): تأثير شكل المبني علي كمية الظلال الساقطة
٣١	شكل (١-٢٧): تأثير شكل السطح علي كمية الظلال الساقطة
٣٢	شكل (١-٢٨): الشكل الأنسب للمباني في البيئات المختلفة
٣٣	شكل (١-٢٩): توجيه المبني وكيفية حمايته من الشمس في الصيف
٣٤	شكل (١-٣٠): قيم كمية الإشعاع الشمسي الساقط علي الواجهات الرأسية مختلفة التوجيه
٣٥	شكل (١-٣١): التهوية المستمرة خلال الفناء الداخلي
٣٦	شكل (١-٣٢): معالجة الأفنية التي تزيد مساحتها عن ١٨ متر مربع
٣٨	شكل (١-٣٣): التبادل الحراري بين البيئة الخارجية والفراغات الداخلية
٤٠	شكل (١-٣٤): تأثير تغيير سمك الحوائط الخارجية للمبني على درجات الحرارة الداخلية وذلك في الفترة الباردة من السنة
٤٠	شكل (١-٣٥): تأثير تغيير سمك الحوائط الخارجية للمبني على درجات الحرارة الداخلية وذلك في الفترة الحارة من السنة
٤١	شكل (١-٣٦): كميات الإشعاع الشمسي الساقط على عناصر المبني المختلفة (المبني من منشأ خفيف ومكون من دور واحد)
٤٢	شكل (١-٣٧): التهوية ووضع الفتحات في المسقط الأفقي
٤٣	شكل (١-٣٨): تأثير تغيير جلسة الشبابيك لفتحتين متقابلتين على التهوية داخل الفراغ
٤٣	شكل (١-٣٩): انتقال الإشعاع الشمسي قصير الموجة من خلال النافذة
٤٤	شكل (١-٤٠): توزيع طاقة الإشعاع الساقط علي سطح مادة الزجاج، حيث جزء منها ينعكس والآخر يمتص والباقي ينتقل من خلاله
٤٤	شكل (١-٤١): مدي تأثير تغيير زاوية السقوط علي كمية الإشعاع المنتقل والممتص والمنعكس وذلك في حالة الزجاج الصافي ذو السمك (٢/١ بوصة)
٤٧	شكل (١-٤٢): كاسرات الشمس الثابتة وخصائصها
٤٩	شكل (١-٤٣): مصادر الأحمال الحرارية داخل أي مبني
٥٦	شكل (١-٤٤): معالجة الواجهات الخارجية باستخدام حوائط سمك ١٢ سم بحليات بسيطة بالفتحات
٥٧	شكل (١-٤٥): افتقار الواجهات من الكاسرات الشمسية (الأفقية والرأسية والمائلة)
٥٧	شكل (١-٤٦): توزيع الثلاث توجيهات المختلفة لنماذج ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة
٧٧	شكل (١-٢): تأثير درجة الحرارة علي الغلاف الخارجي للمبني والفراغات الداخلية
٧٨	شكل (٢-٢): التتابع المعتاد لاستخدام برنامج TAS

٧٨	شكل (٣-٢): نافذة البرنامج لعمل نموذج المحاكاة
٧٩	شكل (٤-٢): نافذة البرنامج لعمل محاكاة المبني
٧٩	شكل (٥-٢): نافذة البرنامج لعرض البيانات
٨١	شكل (٦-٢): الموقع العام لأماكن إسكان ابني بيتك وإسكان المستقبل
٨٢	شكل (٧-٢): الموقع العام لإسكان المستقبل
٨٣	شكل (٨-٢): المسقط الأفقي للدور المتكرر والواجهة الجنوبية الغربية
٨٣	شكل (٩-٢): قطاع شمالي غربي يمر في المبني السكني (٢٧) (نموذج قمر الدين)
٨٣	شكل (١٠-٢): قطاع جنوبي غربي يمر في المبني السكني (٢٧) (نموذج قمر الدين)
٨٤	شكل (١١-٢): الغرف المقاسة بالمبني (٢٧) بمنطقة إسكان المستقبل
٨٤	شكل (١٢-٢): نتائج القياسات الميدانية لدرجات الحرارة للغرف في الفترة الحارة والباردة
٨٤	شكل (١٣-٢): بناء النموذج السكني علي برنامج المحاكاة والغرف المقاسة بالمبني (٢٧) بمنطقة إسكان المستقبل بالدور الأخير
٨٥	شكل (١٤-٢): طريقة عرض البيانات المناخية بالمنحنيات
٨٦	شكل (١٥-٢): طريقة عرض البيانات المناخية بالجدول والقيم
٨٦	شكل (١٦-٢): عناصر مبني المعاييرة
٨٧	شكل (١٧-٢): طريقة إدخال الخواص الحرارية لمواد البناء الخاصة بمبني المعاييرة
٨٩	شكل (١٨-٢): طريقة إدخال الأحمال الحرارية المكتسبة داخل الفراغ بالبرنامج
٩٠	شكل (١٩-٢): طريقة إدخال بيانات التقويم الميلاد بالبرنامج
٩٠	شكل (٢٠-٢): طريقة إدخال ساعات فتح النوافذ بالبرنامج
٩١	شكل (٢١-٢): نتائج برنامج المحاكاة لدرجات الحرارة للغرف في الفترة الحارة والباردة
٩١	شكل (٢٢-٢): نتائج القياسات الميدانية وبرنامج المحاكاة لدرجات الحرارة للغرفة الشمالية الشرقية في الفترة الباردة والحارة
٩٢	شكل (٢٣-٢): نتائج القياسات الميدانية وبرنامج المحاكاة لدرجات الحرارة للغرفة الجنوبية الغربية في الفترة الباردة والحارة
٩٤	شكل (١-٣): النموذج السكني موضوع الدراسة
٩٦	شكل (٢-٣): التوجيهات الثمانية للنموذج السكني المختار
٩٧	شكل (٣-٣): درجات الحرارة الداخلية للمختلفة لغرفة النوم الرئيسية بالنموذج السكني للفترة الحارة
٩٧	شكل (٤-٣): درجات الحرارة الداخلية لمواد البناء المختلفة لغرفة النوم الرئيسية للأربع توجيهات للنموذج السكني للفترة الحارة
٩٩	شكل (٥-٣): درجات الحرارة لأسماك مختلفة للطوب الطفلي المجوف لغرفة النوم الرئيسية للأربع توجيهات للفترة
١٠٢	شكل (٦-٣): درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لغرفة النوم الرئيسية للأربع توجيهات الأساسية بالنموذج السكني للفترة الحارة
١٠٤	شكل (٧-٣): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية بالأدوار المختلفة للنموذج (ع) السكني للفترة الحارة
١٠٧	شكل (٨-٣): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية لألوان تشطيبات مختلفة للفترة الحارة للأربع توجيهات
١٠٩	شكل (٩-٣): درجات الحرارة الداخلية عند إضافة وإزالة البلكونة لصالة المعيشة ذات التوجيه الشمالي الجنوبي والغربي الشرقي للفترة الحارة
١١١	شكل (١٠-٣): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية للأربع توجيهات لارتفاعات مختلفة لشباك الغرفة للفترة الحارة
١١٣	شكل (١١-٣): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لعروض مختلفة لشباك الغرفة بالنموذج السكني للفترة الحارة
١١٦	شكل (١٢-٣): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لعروض مختلفة لشباك الغرفة بالنموذج السكني للفترة الحارة

- شكل (٣-١٢): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية لمواقع مختلفة للشباك للأربع توجيهات للفترة الحارة ..... ١١٨
- شكل (٣-١٣): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية لارتفاعات مختلفة لجلسة شبك الغرفة بالنموذج السكني للفترة الحارة ..... ١٢١
- شكل (٣-١٤): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية للأربع توجيهات الأساسية لأنواع مختلفة من زجاج شبك الغرفة للفترة الحارة ..... ١٢٣
- شكل (٣-١٥): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لأنواع وسائل التظليل المختلفة في الفترة الحارة ..... ١٢٤
- شكل (٣-١٦): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي لأنواع وسائل التظليل المختلفة في الفترة الحارة ..... ١٢٥
- شكل (٣-١٧): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي لأنواع وسائل التظليل المختلفة في الفترة الحارة ..... ١٢٦
- شكل (٣-١٨): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي لأنواع وسائل التظليل المختلفة في الفترة الحارة ..... ١٢٧
- شكل (٣-١٩): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لبروزات مختلفة للأسلحة الرأسية بشباك الغرفة للفترة الحارة ..... ١٢٨
- شكل (٣-٢٠): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي لبروزات مختلفة للأسلحة الرأسية بشباك الغرفة للفترة الحارة ..... ١٢٩
- شكل (٣-٢١): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي لبروزات مختلفة للأسلحة الرأسية بشباك الغرفة للفترة الحارة ..... ١٢٩
- شكل (٣-٢٢): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي لبروزات مختلفة للأسلحة الرأسية بشباك الغرفة للفترة الحارة ..... ١٣٠
- شكل (٣-٢٣): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لبروزات مختلفة للمظلات الأفقية بشباك الغرفة بالنموذج السكني للفترة الحارة ..... ١٣١
- شكل (٣-٢٤): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي لبروزات مختلفة للمظلات الأفقية بشباك الغرفة للفترة الحارة ..... ١٣٢
- شكل (٣-٢٥): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي لبروزات مختلفة للمظلات الأفقية بشباك الغرفة للفترة الحارة ..... ١٣٢
- شكل (٣-٢٦): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي لبروزات مختلفة للمظلات الأفقية للفترة الحارة ..... ١٣٣
- شكل (٣-٢٧): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لبروزات مختلفة لوسائل التظليل المركبة بالنموذج السكني للفترة الحارة ..... ١٣٤
- شكل (٣-٢٨): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي لبروزات مختلفة لوسائل التظليل المركبة للفترة الحارة ..... ١٣٥
- شكل (٣-٢٩): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي لبروزات مختلفة لوسائل التظليل المركبة بالنموذج السكني للفترة الحارة ..... ١٣٥
- شكل (٣-٣٠): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي لبروزات مختلفة لوسائل التظليل المركبة للفترة الحارة ..... ١٣٦
- شكل (٣-٣١): درجات الحرارة الداخلية للغرفة ذات التوجيه الشمالي للوضع القائم والمقترح ..... ١٤٧
- شكل (٣-٣٢): درجات الحرارة الداخلية للغرفة ذات التوجيه الشرقي للوضع القائم والمقترح ..... ١٤٧
- شكل (٣-٣٣): درجات الحرارة الداخلية للغرفة ذات التوجيه الجنوبي للوضع القائم والمقترح ..... ١٤٨
- شكل (٣-٣٤): درجات الحرارة الداخلية للغرفة ذات التوجيه الغربي للوضع القائم والمقترح ..... ١٤٨

## الرموز والمصطلحات المستخدمة في البحث

الرمز	المدلول
R	معدل انتقال الحرارة عبر الحائط
$\delta$	السماك
K	معامل التوصيل الحراري
C	الحرارة النوعية لمادة البناء
$^{\circ}\text{C}$	درجة الحرارة بالمتوية
$V_a$	سرعة الرياح
$T_R$	درجة الحرارة داخل الغرفة
$T_o$	درجة الحرارة الخارجية
$N_A$	عدد مرات تغيير الهواء للغرفة
$m_{inf}$	معدل هواء التسرب من الفراغ الخارجي للغرفة
V	حجم الغرفة
$\rho$	كثافة الهواء
$N_p$	أقصى عدد للأشخاص في المكان
$Q_{Leak}$	الطاقة الحرارية في هواء التسرب
$Q_{S,Leak}$	حمل حراري محسوس
$Q_{L,Leak}$	حمل حراري كامن
$C_p$	الحرارة النوعية للهواء
$\omega$	نسبة الرطوبة
$h_{fg}$	كمية الحرارة اللازمة للتبخير عند درجة حرارة الغرفة
$Q_{Light}$	الحرارة الناتجة من الإضاءة
$L_R$	القدرة الكهربائية للإضاءة
$F_u$	معامل استعمال الفراغ
$F_b$	معامل كبح التيار الكهربائي ويساوي (1) لمصابيح التنجستين
$Q_{App}$	الحمل الحراري الناتج عن الأجهزة التي تعمل بالكهرباء
$\eta$	كفاءة المحرك الكهربائي
$\Sigma \text{ Power}$	قدرة الأجهزة الكهربائية بالوات.
$Q_{Per}$	كمية الحرارة الناتجة من الأشخاص الموجودين في الفراغ الداخلي
$Q_{S,Per}$	حمل حراري محسوس
$Q_{L,Per}$	حمل حراري كامن
p	عدد الأشخاص الموجودين في المكان
$H_S$	كمية الحرارة المحسوسة للشخص
$H_L$	كمية الحرارة الكامنة للشخص
CLF	معامل الحمل المحسوس للأشخاص
clo	قيمة عزل الملابس (كلو)
met	معدل إنتاج أجسام الناس بالمبنى للحرارة
RH	الرطوبة النسبية
HVAC	تصميم التدفئة والتبريد وتكييف الهواء
CFD	ديناميكا الموائع الحسابية
TAS	برنامج المحاكاة المستخدم Thermal Analysis Software
TBD	البيانات المناخية لبرنامج المحاكاة
CAD	برنامج AutoCAD للرسومات الهندسية
$G_{0.0}$	نوع الزجاج
E.S.A	معامل امتصاص أشعة الشمس الخارجية من خلال مادة التشطيب

- المحتويات.
- الجداول والأشكال.
- مقدمة البحث.

الباب الأول: الخصائص المناخية  
لمدينة أسيوط الجديدة والمعالجات  
التصميمية لمنطقة الدراسة  
١-١- الخصائص المناخية والأنماط  
السكنية.  
٢-١- المعالجات التصميمية.

الباب الثاني: المحاكاة كأداة لتقييم الأداء  
الحراري للمباني  
١-٢- برامج المحاكاة المستخدمة  
لتقييم الأداء الحراري.  
٢-٢- دراسة تحليلية عن برنامج  
المحاكاة المستخدم وعمل المعايرة.

الباب الثالث: تقييم وتحسين الأداء  
الحراري للنموذج محل الدراسة  
(نموذج ابني بيتك)  
١-٣- تقييم تأثير المعالجات  
التصميمية على الأداء الحراري  
للفراغات الداخلية.  
٢-٣- تعديل الوضع القائم للنموذج  
السكني.

- النتائج والتوصيات.
- المراجع.
- الملاحق.

## مقدمة البحث

**المقدمة:**

تمثل مساحة الصحاري والوديان الجافة في مصر أكثر من ٩٥% من المساحة الكلية، وهو ما يتطلب عملية تنمية لهذه المناطق، والتي تتسم مناخها بارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة مع وجود فارق كبير بين درجات الحرارة ليلاً ونهاراً وضآلة الغطاء النباتي، أما الأمطار فقليلة وغير منتظمة وكذلك طارئة ومعظمها يسقط علي شكل سيول فجائية تتحدر إلى بطون الأودية والمنخفضات كما يتسم الرياح في ذلك الإقليم بحركتها الدائمة خاصة أثناء النهار وتكون معظمها ساخنة ومحملة بالرمال والأتربة الناعمة.

وتتسم الجهات الواقعة في نطاق الإقليم بارتفاع درجة الحرارة بشكل كبير في فصل الصيف حيث ترتفع النهاية العظمى للحرارة في الظل إلى حوالي ٤٥ درجة مئوية وقد تصل إلى حوالي ٥٠ درجة مئوية أما النهاية الصغرى أثناء الليل تصل إلى ٢٠ درجة مئوية هذا بالإضافة إلى انخفاض نسبة الرطوبة في الهواء حيث تتراوح الرطوبة النسبية ما بين ٢٠% أثناء فترة الظهيرة إلى أكثر من ٤٠% في الليل.

وعند النظر إلى الظروف المناخية داخل المبني نجد أنها نتيجة لتفاعلات شديدة التعقيد بين الإنسان والمبني والمحيط المناخي، حيث أنها تفاعلات يصعب فهمها ووصفها بشكل وافي في مجموعة منحنيات أو جداول أو توصيات مبسطة.

لذا نجد أهمية برامج المحاكاة لمساعدة المصمم المعماري في محاكاة الواقع المناخي للمبني قبل تنفيذه، وتمر عملية استخدام برامج المحاكاة بشكل عام بأربع خطوات:

١. بناء المبني بواسطة البرنامج.
٢. إدخال البيانات المناخية لموقع المبني بالبرنامج.
٣. محاكاة السلوك الحراري للمبني.
٤. تقييم الأداء المناخي للمبني ومقارنته بغيره من البدائل للوصول إلى قرار تصميمي مناسب.

**المشكلة البحثية:**

ظهرت في الآونة الأخيرة العديد من المباني السكنية التي لا تتلاءم مع الظروف المناخية المحيطة وظهرت عناصر معمارية جديدة لا تتوافق ولا تراعي تلك الظروف، على الرغم من أن العمارة التقليدية بها العديد من الملامح والفكر البيئي بمفردات معمارية يمكن تطويرها وتطبيقها على المباني الحديثة. ومن جانب آخر نجد إهمال المصمم المعماري لدراسة المعالجات المناخية للمباني أثناء مرحلة التصميم، فيجب في مرحلة التصميم التفكير في التصميم المناخي للمبني وخاصة عند تصميم مبني في المناطق الصحراوية ذات المناخ الحار الجاف، وتأتي تلك المتابعة - بين التصميم المعماري والتصميم المناخي - باستخدام برامج المحاكاة للمساعدة على اتخاذ قرارات تصميمية مناخية سليمة، بحيث يرى المصمم بوضوح نتائج قراراته التصميمية، في حين يقوم الحاسب الآلي بكل الحسابات دون أن يلقى بعينها على المصمم.

**هدف البحث:**

يتبلور الهدف الرئيسي للدراسة في:

تقييم وتحسين الأداء الحراري داخل فراغات المباني السكنية في المناطق الحارة الجافة باستخدام برامج المحاكاة

**منهجية البحث:**

لتحقيق الهدف الرئيسي من البحث، فإن الدراسة تعتمد علي الخطوات البحثية التالية:

١. التعرف علي الخصائص المناخية للمناطق الصحراوية وحدود الراحة الحرارية للإنسان والتعرف علي منطقة الدراسة.

٢. دراسة نظرية عن التصميم المناخي لمباني المناطق الحارة الجافة الصحراوية والمعالجات المناخية الملائمة لهذه المناطق.
٣. دراسة لبرامج المحاكاة المختلفة المستخدمة لتقييم الأداء الحراري بالمباني، لاختيار البرنامج المناسب.
٤. عرض لبرنامج المحاكاة المقترح استخدامه بالبحث.
٥. معايرة برنامج المحاكاة المستخدم عن طريق المقارنة بين نتائج المحاكاة مع نتائج قياسات حقلية سابقة لنفس منطقة الدراسة للوصول إلي نسبة الخطأ بنتائج البرنامج للتأكد من صلاحية استخدامه في محاكاة الأداء الحراري للمباني.
٦. استخدام برنامج المحاكاة كأداة لتقييم وتحسين الأداء الحراري داخل الفراغات السكنية. ولذلك يأخذ البحث المناهج الآتية:  
استخدام المنهج الوصفي التحليلي في:

- وصف الخصائص المناخية للمناطق الصحراوية وحدود الراحة الحرارية للإنسان بالمناطق الحارة الجافة الصحراوية.
  - وصف المعالجات المناخية للمباني في المناطق الحارة الجافة الصحراوية.
  - تحليل النظريات والفرصيات والآراء التي ناقشت تأثير الظروف المناخية على المباني السكنية في المنطقة الصحراوية.
  - تحليل النسيج العمراني لمنطقة الدراسة.
  - وصف برامج المحاكاة المستخدم في مجال التحكم البيئي داخل الفراغات.
  - تحليل ومناقشة نتائج القياسات المستخرجة من برنامج المحاكاة.
- استخدام المنهج التطبيقي في:

- استخدام برنامج المحاكاة لتقييم وتحسين الأداء الحراري داخل فراغات المباني السكنية.
- استخدام المنهج الاستنباطي في:
- استنتاج الايجابيات والسلبيات من استخدام المعالجات المناخية.
  - محاولة تعديل النموذج السكني وإضافة المعالجات المناخية لتحسين الأداء الحراري داخل فراغاته السكنية.

### نطاق البحث:

- أ- النطاق المكاني: ينحصر في إطار المدن الحارة الجافة الصحراوية بصفة عامة، ومدينة أسبوط الجديدة بصفة خاصة.
- ب- النطاق الزمني: ينحصر النطاق الزمني في تقييم وتحسين الأداء الحراري لفراغات المباني السكنية للفترة الحارة من السنة.
- ج- النطاق النوعي: ينحصر نطاق البحث النوعي في دراسة تأثير المعالجات المعمارية المناخية للمباني السكنية (نموذج ابني بيتك) علي درجات الحرارة داخل الفراغات السكنية لتحسين الأداء الحراري.

### هيكل الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة من تقييم وتحسين الأداء الحراري بالمباني السكنية باستخدام برامج المحاكاة، فقد تضمن البحث ثلاثة أبواب بعد المقدمة مرتبة كالآتي:

**أولاً: مقدمة وتمهيد البحث:**

وتشمل المشكلة البحثية، ونطاق الدراسة، وهدف ومنهجية البحث، والهيكل العام للبحث.

**ثانياً: أبواب البحث على الترتيب:****الباب الأول:****الخصائص المناخية لمدينة أسيوط الجديدة والمعالجات التصميمية لمناخ منطقة الدراسة**

يتم في هذا الباب بناء الخلفية النظرية للدراسة، من خلال استعراض البيئة المناخية لمدينة المناطق الحارة الجافة الصحراوية، ثم الوصف التفصيلي لمنطقة الدراسة (مدينة أسيوط الجديدة كأحد المدن الصحراوية) مناخياً، ودراسة المعالجات التصميمية المناخية المناسبة للأقاليم المناخية الحارة الجافة الصحراوية، ومن ثم دراسة الأنماط السكنية الموجودة بمدينة أسيوط الجديدة، للوصول إلي النموذج السكني محل الدراسة.

ولتحقيق الأهداف السابقة يتناول الباب كل من التالي:

- ١- الخصائص المناخية والأنماط السكنية بمدينة أسيوط الجديدة (وهو ما يتضمنه الفصل الأول).
- ٢- المعالجات التصميمية المؤثرة علي الأداء الحراري داخل فراغات المباني السكنية بمنطقة الدراسة (وهو ما يتضمنه الفصل الثاني).

**الباب الثاني:****المحاكاة كأداة لتقييم الأداء الحراري للمباني**

يتم في هذا الباب مناقشة مفهوم المحاكاة وأنواع برامج المحاكاة المستخدمة في تقييم الأداء الحراري داخل فراغات المباني وأهمية استخدامها، وعمل مقارنة بين تلك البرامج ثم الوصول إلي برنامج المحاكاة المناسب، كذلك حاولت الدراسة تقديم نبذة عن برنامج المحاكاة المستخدم وكيفية استخدامه، مع تحديد نسبة الخطأ بنتائج البرنامج للتأكد من صلاحية استخدامه في محاكاة الأداء الحراري للمباني

ولتحقيق الأهداف السابقة يتناول الباب كل من التالي:

- ١- برامج المحاكاة المستخدمة لتقييم الأداء الحراري داخل فراغات المباني (وهو ما يتضمنه الفصل الأول).
- ٢- دراسة تحليلية لبرنامج المحاكاة المستخدم ومعايرته (وهو ما يتضمنه الفصل الثاني).

**الباب الثالث:****تقييم وتحسين الأداء الحراري للنموذج محل الدراسة (نموذج ابني بيتك)**

يعرض هذا الباب التقييم المناخي لإحدى نماذج ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة كمثال لإحدى التجمعات السكنية ذات المناخ الحار الجاف الصحراوي من خلال وضع بعض المعالجات التصميمية والمناخية للنموذج ودراستها من خلال تأثير درجات الحرارة علي الفراغات الداخلية السكنية بالنموذج طوال الفترة الحارة من السنة.

ولتحقيق الأهداف السابقة يتناول الباب كل من التالي:

- ١- تقييم تأثير المعالجات التصميمية للنموذج السكني علي الأداء الحراري للفراغات الداخلية بمنطقة الدراسة في الفترة الحارة من السنة.
- ٢- تعديل الوضع القائم للنموذج السكني لتحسين الأداء الحراري داخل الفراغات السكنية.

ومن ثم يمكن الخروج **بالنتائج والتوصيات** التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم مباني سكنية جديدة في المدن الحارة الجافة الصحراوية.

- المحتويات.
- الجداول والأشكال.
- مقدمة البحث.

**الباب الأول: الخصائص المناخية  
لمدينة أسيوط الجديدة والمعالجات  
التصميمية لمناخ منطقة الدراسة**  
١-١ - الخصائص المناخية والأنماط  
السكنية.  
١-٢ - المعالجات التصميمية.

**الباب الثاني: المحاكاة كأداة لتقييم الأداء  
الحراري للمباني**  
١-٢ - برامج المحاكاة المستخدمة  
لتقييم الأداء الحراري.  
٢-٢ - دراسة تحليلية عن برنامج  
المحاكاة المستخدم وعمل المعايرة.

**الباب الثالث: تقييم وتحسين الأداء  
الحراري للنموذج محل الدراسة  
(نموذج ابني بينك)**  
١-٣ - تقييم تأثير المعالجات  
التصميمية على الأداء الحراري  
للفراغات الداخلية.  
٢-٣ - تعديل الوضع القائم للنموذج  
السكني.

- النتائج والتوصيات.
- المراجع.
- الملاحق.

## الباب الأول:

**الخصائص المناخية لمدينة أسيوط الجديدة والمعالجات  
التصميمية لمناخ منطقة الدراسة**

## الباب الأول: الخصائص المناخية لمدينة أسبوط الجديدة والمعالجات التصميمية لمناخ منطقة الدراسة

### مقدمة:

البيئة هي الظروف المحيطة التي تؤثر على النمو والحياة، وتتكون من بيئتين: البيئة الحضرية والبيئة الطبيعية. فالبيئة الحضرية هي من صنع الإنسان، وتشمل كل ما أقامه الإنسان من منشآت وطرق وحدائق وإضاءة وإعلانات.. الخ. أما البيئة الطبيعية فهي من صنع الله عز وجل، وتشمل كل ما يقع على سطح الأرض من إنسان وحيوان ونبات كما تشمل الجو المحيط بالأرض من حيث المناخ بحالاته المختلفة، وما وراء المجرة الكونية من نجوم وأبراج فلكية [1].

يعتبر المناخ عنصراً من عناصر البيئة الطبيعية، حيث أجمع العلماء المتخصصون في الدراسات المناخية على تعريف كلمة مناخ بأنها التغيرات في الأحوال الجوية والتي تحدث في فترة زمنية طويلة قد تصل إلى عدة شهور أو تشمل السنة كلها وربما تزداد [2].

من المعروف أنه يوجد عديد من الأقاليم المناخية المختلفة، فمنها الإقليم المناخي البارد والمعتدل والحر الرطب والحر الجاف الصحراوي، ويختلف كل إقليم تبعاً لموقعه على خريطة العالم، وكل إقليم له صفات مناخية تميزه عن غيره حيث نجد اختلاف في درجات الحرارة بين إقليم وآخر وكذلك اختلاف في قيم الرطوبة النسبية واتجاهات الرياح وشدة الإشعاع الشمسي الساقط على كل إقليم. وهذا الاختلاف بالطبع يؤدي إلى اختلاف في أنواع النباتات والحيوانات وشكل وملامح الإنسان، حتى إن هذا الاختلاف أدى إلى اختيار شكل ونوعية ملابسه التي يرتديها [3].

فعند قيام المعماري بتصميم أي شكل معماري فإن كل خط في تصميمه يتحدد بمجموعة من المؤثرات المختلفة المتعلقة بالإنسان وبيئته ومجتمعه ووظيفة المبنى الذي يقوم بتصميمه، ويعتبر المناخ من أهم العوامل المؤثرة على الشكل المعماري [4].

لذلك يركز هذا الباب على دراسة العناصر المناخية لمدينة أسبوط الجديدة – محل الدراسة – والتعرف على أنماط الإسكان بالمدينة والخروج منها بمنطقة الدراسة، ثم تأتي دراسة مفهوم التصميم المناخي وكذا فهم الخصائص المعمارية المميزة للمناطق الحارة الجافة، ومنها الوقوف على أهم المفردات التصميمية التي تتميز بها عمارة المناطق الحارة سواء كمعالجة الفتحات والأفنية ومواد البناء ووسائل التظليل وغيرها وأيضاً الحلول العمرانية كالنسيج المتضام وكيفية تحسين حدة أثر العوامل المناخية على الراحة الحرارية لسكان المناطق الحارة.

[1] أحمد حمدي صادق: تأثير العوامل المناخية في المناطق الصحراوية على التشكيل المعماري للمسكن الإسلامي وأثر ذلك على تشكيل المسكن الصحراوي المعاصر في شمال إفريقيا، رسالة دكتوراة، قسم العمارة، كلية الهندسة والتكنولوجيا بالمطرية، جامعة حلوان، ١٩٩٤م، ص ١٤٤.

[2] هبه سيف الإسلام عبد الفتاح: التنمية والنمو بالمدن الجديدة (حالة المدن الجديدة بجمهورية مصر العربية)، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠٠٩، ٣٣: ٥٠.

[3] معاذ أحمد محمد عبد الله: جدوى تباعد المباني في المدن الجديدة (مدى ملائمة النسق التخطيطي للظروف المناخية)، المؤتمر المعماري الدولي الخامس، العمران والبيئة (الفكر والتطبيق)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسبوط، ٢٠-٢٢ أبريل ٢٠٠٣، ص ١.

[4] إيمان محمد عيد عطية: أساليب التصميم المعماري في المجتمعات الصحراوية، المؤتمر المعماري الدولي الثالث، عمارة وتخطيط الصحراء (تجارب الماضي وآفاق المستقبل)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسبوط، ١٧-١٩ نوفمبر ١٩٩٧، ص ٣٠.

## الفصل الأول:

### الخصائص المناخية والأنماط السكنية بمدينة أسبوت الجديدة

يختلف نمط المناخ من منطقة جغرافية إلى أخرى لعدة اعتبارات، إلا أن هذا الاختلاف لا يمنع من اعتبار أن هذه المنطقة أو تلك تقعان في نفس المنطقة المناخية أو أنه يمكن تصنيفها ضمن منطقة مناخية واحدة حتى وإن كانتا بعيدتين عن بعضهما البعض جغرافياً، وبناءً عليه فإن المنطقة المناخية هي تلك المناطق الجغرافية التي تتشابه فيها ظروف المناخ وعوامله المختلفة لفترة زمنية معينة، وفي واقع الحال فإنه لا يمكن القول بأن هذه المنطقة المناخية تبدأ من هذه النقطة وتنتهي في تلك أو أنه يمكن رسم خارطة للمناطق المناخية بدقة متناهية حيث تتداخل المناطق المناخية مع بعضها البعض غير معترفة بالحدود السياسية للدول<sup>[١]</sup>.

يجب على المهندس المعماري الإلمام ببعض المعلومات العامة عن أنواع المناخ المختلفة وأقسامها وخصائصها ومواقعها الجغرافية دون الخوض في التفاصيل الدقيقة، ولابد من التعرف على الأقاليم المناخية الرئيسية الممثلة فعلاً على سطح الأرض، فالتفاعل بين أشعة الشمس المباشرة مع الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية وتنوع التضاريس وتوزيع اليابسة والمسطحات المائية يؤدي إلى وجود العديد من الاختلافات المناخية<sup>[٢]</sup>، ولكن هذا لا يمنع من وجود بعض المناطق التي تتشابه في مناخها، ولابد من الإلمام الكامل بالتقسيمات المناخية المختلفة التي يكون انعكاسها واضحاً على التصميم المعماري<sup>[٣]</sup>.

#### ١-١-١-١- التقسيمات المناخية العالمية:

تعددت المحاولات لتقسيم العالم إلى مناطق مناخية اعتماداً على اعتبارات متعددة، وكان أول هذه التقسيمات ما وضعه اليونانيون القدماء من تقسيم العالم آنذاك إلى خمسة مناطق مناخية واحدة استوائية ومنطقتين معتدلتين وقطبيتين، وتعددت التقسيمات التي عرفت على نطاق العالم، ومنها الذي يعتمد بشكل كبير على تقسيم المناطق المناخية على درجات الحرارة وكميات الأمطار التي تتساقط فيها والتي تؤثر على النباتات الموجودة في هذه المناطق<sup>[٤]</sup>.

و نلاحظ في شكل (١-١) تقسيم اليونان القدماء للعالم إلى أربع مناطق مناخية<sup>[٥]</sup>:

- المنطقة المناخية الباردة.
- المنطقة المناخية الدافئة المعتدلة.
- المنطقة المناخية الحارة الجافة.
- المنطقة المناخية الحارة الرطبة الممطرة.

[١] مها بكري عليوه: تأثير المناخ على تصميم الغلاف الخارجي للمبنى (دراسة تحليلية لتقييم الأداء البيئي للمباني في مصر) - الجزء الأول، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ١٩٨٩، ص ٣٧:٦٢.

[٢] دراف العابدي: أثر العوامل المناخية على استهلاك الطاقة بالأحياء السكنية الجماعية في المناطق الجافة: دراسة حالة مدينة بوسعادة، رسالة ماجستير، معهد التسيير والتقنيات الحضرية، جامعة المسيلة، الجزائر، ٢٠٠٩، ص ١٩.

[٣] عبد المنطلب محمد علي، عزت عبد المنعم مرغني، رياض محمد الشميري: تقييم التهوية الطبيعية داخل فراغات المباني السكنية لذوي الدخل المنخفض بمدينة أسبوت الجديدة ( في الفترة الحارة ) - مصر، المؤتمر المعماري الدولي السابع، إسكان الفقراء (المشكلات والحلول)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسبوت، ٢٣ - ٢٥ أكتوبر ٢٠٠٧، ص ٣٦:٣٩.

[4] Givoni, B.: **Man, Climate and Architecture**, Elsevier Publishing Company Limited, Amsterdam-London-New York, 1969, pp. 352.

[٥] جودة حسنين جودة: الأراضي الجافة وشبه الجافة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، مصر، ١٩٩٨، ص ٢٦.



شكل (١-١): تقسيم المناطق المناخية بالعالم [١].

ويمكن تقسيم المناطق المناخية السابقة إلى أقسام فرعية محددة أخرى كالتالي [٢]:

أ- المناخ الاستوائي.

ب- المناخ المداري:

- المناخ الحار الجاف الصحراوي.

- المناخ الحار الرطب.

- المناخ المركب.

- المناخ المداري للمرتفعات.

ج- المناخ المعتدل:

- مناخ البحر الأبيض المتوسط.

- المناخ المعتدل البحري.

- المناخ القاري.

- مناخ الحشائش المعتدلة.

د- المناخ القطبي:

- المناخ البارد أو شبه القطبي.

- المناخ القطبي.

- مناخ الغطاءات الثلجية.

ومن الملاحظ من الشكل السابق أن المنطقة العربية بما فيها جمهورية مصر العربية تتميز بالمناخ الحار الجاف الصحراوي، لذا نجد أن مدينة أسيوط عامة (مدينة أسيوط الجديدة خاصة)، تحمل الخصائص المناخية الخاصة بذلك المناخ الحار الجاف الصحراوي.

### ١-١-٢- وصف تحليلي عام للعناصر المناخية لمدينة جمهورية مصر العربية:

يتميز الإقليم المناخي الحار الجاف الصحراوي بمصر بالجفاف التام، فالمطر منعدم كلية إلا من السيول النادرة الفجائية التي لا يضاعف من فاعليتها وخطرها إلا تلك الندرة والفجائية ذاتها، والغطاء النباتي مفقود تماما والأرض عارية إلا من بقع نادرة من الأعشاب المقاومة للجفاف، وكذلك عدم وجود تربة أيضا حيث نجد غياب الماء والمادة العضوية النباتية والذين يمنعان من تكوين التربة [٣].

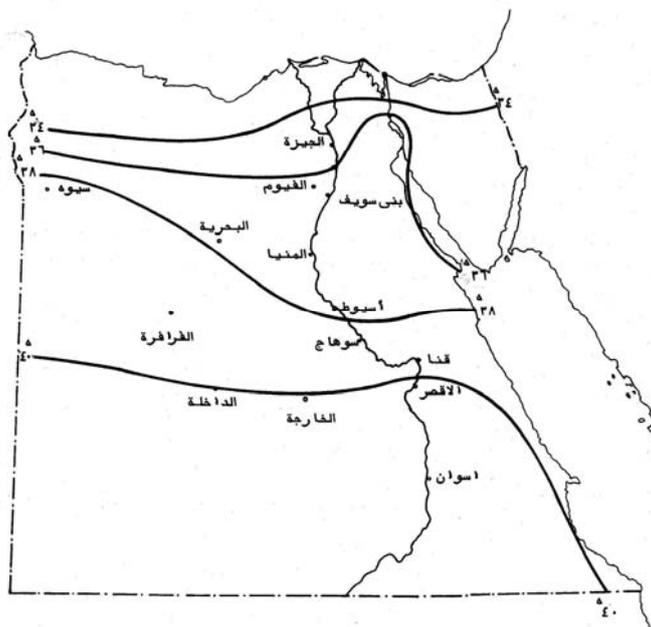
[1] Hans Rosenlund: **Climatic Design of Buildings using Passive Techniques**, Building Issues, Vol 10 \_ Number 1, 2000, pp. 4.

[٢] جودة حسنين جودة: **الأراضي الجافة وشبه الجافة**، (مرجع سابق)، ص ٢٨.

[٣] عبد المنطلب محمد علي: **المناخ وعمارة الصحراء**، الطبعة الأولى، الأوفست الحديثة بأسيوط، ٢٠٠١، ص ٤٦: ٥٥.

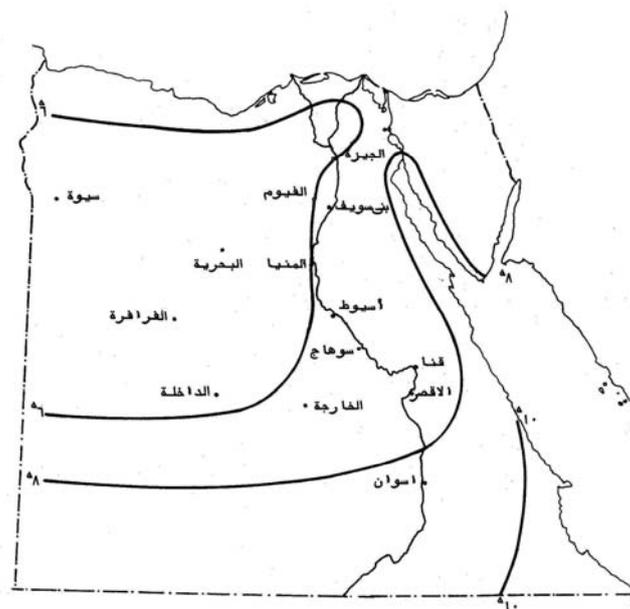
## ١-٢-١-١- درجة حرارة الهواء:

نلاحظ من الشكل رقم (٢-١)، ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف ارتفاعا ملحوظا، حيث تتراوح بين (٣٥-٤١ درجة مئوية) تقريبا بصعيد مصر، ويلاحظ أن الفارق بسيط بين درجات الحرارة في محافظات شمال الصعيد (الجيزة - بنى سويف - الفيوم) وبين محافظات الوسط والجنوب منه.



شكل (٢-١): المتوسط اليومي لأقصى درجات الحرارة في شهر يوليو (ممثل لفصل الصيف) وذلك لمدينة مصر [١].

كما نلاحظ من الشكل رقم (٣-١)، انخفاض درجات الحرارة في فصل الشتاء، حتى تصل إلي (٦ درجات مئوية) في شمال الصعيد و(٨ درجات مئوية) جنوبا، وهذا يوضح ارتفاع درجة الحرارة صيفا إلي درجة الإرهاق الحراري وانخفاضها شتاء إلي درجة البرودة الشديدة [٢].



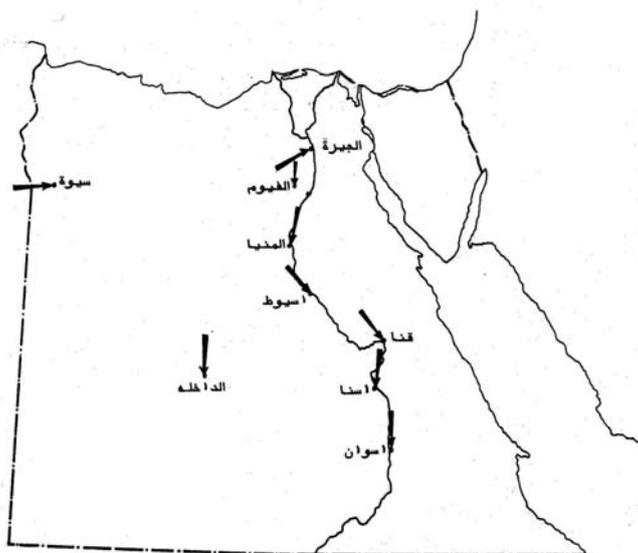
شكل (٣-١): المتوسط اليومي لأقصى درجات الحرارة في شهر يناير (ممثل لفصل الشتاء) وذلك لمدينة مصر [١].

[١] شفق العوضي الوكيل، محمد عبد الله سراج: المناخ وعمارة المناطق الحارة، الطبعة الثالثة، عالم الكتاب، القاهرة، ١٩٨٩، ص ٥٥.

[٢] طارق محمد حجازي: الأداء المناخي كأساس لتصميم المواقع السكنية بالبيئة الصحراوية، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثامن، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، القاهرة، ٢٤-٢٧ ديسمبر ٢٠٠٤، ص ١١٩.





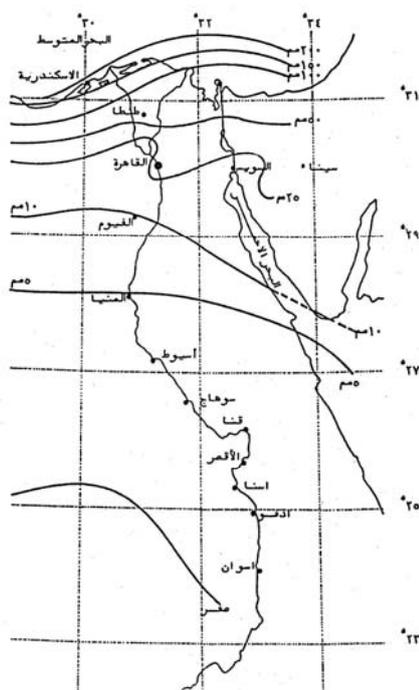


شكل (٨-١) : اتجاه الرياح السائدة  
لبعض مدن مصر في شهر يناير  
ممثل لفصل الشتاء [١].

الرياح لها دور مهم وأساسي في تغير شكل التضاريس وتدهور التربة ويلاحظ أن سرعتها ضعيفة بصفة عامة خلال الفترة الصباحية وتضعف أكثر في منتصف النهار وتصل أقصاها بعد منتصف النهار، [٢] غير أن هذا لا يمنع وجودها في بعض الحالات على شكل زوابع محملة بالرمال والغبار [٣].

#### ١-١-٢-٤ - التساقط (الأمطار):

الأمطار نادرة في معظم محافظات مصر حيث يصل المعدل السنوي للتساقط لمدينة القاهرة إلى (٥٠ ملمتر) وبضع ملليمترات في المنيا ويندر سقوطه في مدن جنوب الصعيد - شكل (٩-١)، مما يؤكد أن مدن صعيد مصر ذات مناخ حار صحراوي [٤].



شكل (٩-١): المعدل السنوي للتساقط  
فوق مدن مصر [١].

[١] شفق العوضي الوكيل، محمد عبد الله سراج: المناخ وعمارة المناطق الحارة، (مرجع سابق)، ص ٦١.

[2] Givoni, B.: Man, Climate and Architecture, Op Cit., pp. 42.

[٣] وحيد حلمي حبيب : تخطيط المدن الجديدة، (مرجع سابق)، ص ١٣٤.

[٤] عبد المنطلب محمد علي: المناخ وعمارة الصحراء، (مرجع سابق)، ص ٤٦:٥٥.

## ١-١-٣- الدراسات المناخية التفصيلية لمدينة أسيوط الجديدة:

يتم التحليل المناخي من خلال البيانات التي أمكن الحصول عليها من هيئة الأرصاد الجوية<sup>[١]</sup>، حيث تمثل البيانات متوسطات القياسات المأخوذة من هيئة الأرصاد الجوية بمدينة منقباد، حيث تعتبر اقرب مصدر للبيانات المناخية لمدينة أسيوط الجديدة وتبعد عنها بحوالي ٢٩ كيلو متر شمالا حيث تلك البيانات متوسط لقياسات مأخوذة من الفترة بين (١٩٥٢) إلى (١٩٦٠).

## ١-٣-١-١- موقع مدينة أسيوط الجديدة:

تحتل محافظة أسيوط إحدى محافظات الصعيد موقع بين محافظتي المنيا شمالا وسوهاج جنوبا وتقع مدينة أسيوط على الضفة الغربية للنيل ويحدها من الغرب حافة الهضبة الغربية ومن الشرق نهر النيل ثم الصحراء الشرقية - شكل (١٠-١)<sup>[٢]</sup>.



شكل (١٠-١): موقع محافظة أسيوط بالنسبة للمحافظات المصرية<sup>[٣]</sup>.

تقع مدينة أسيوط الجديدة شرق نهر النيل في المدخل الجنوبي الغربي للوادي الأسيوطي على بعد حوالي ٢٠ كم من مدينة أسيوط وتقع على خط عرض (٣° ٢٧') شمالاً وخط طول (١٥° ٣١') شرقاً وترتفع فوق سطح البحر بمقدار ٧٥-١٠٠ م<sup>[٢]</sup>، وتقل هذه الارتفاعات في الاتجاه الجنوبي الغربي، أي أن الانحدار العام يتجه إلى الجنوب الغربي، ويحد الموقع من جهة الشمال الشرقي الهضبة الجيرية ومن الجنوب طريق أسيوط القاهرة الصحراوي ويعد الموقع شمال المجرى الرئيسي لقناة الوادي الأسيوطي بمسافة تتراوح بين ٥,٥٠ إلى ٨,٥٠ كيلو متر<sup>[٤]</sup>.

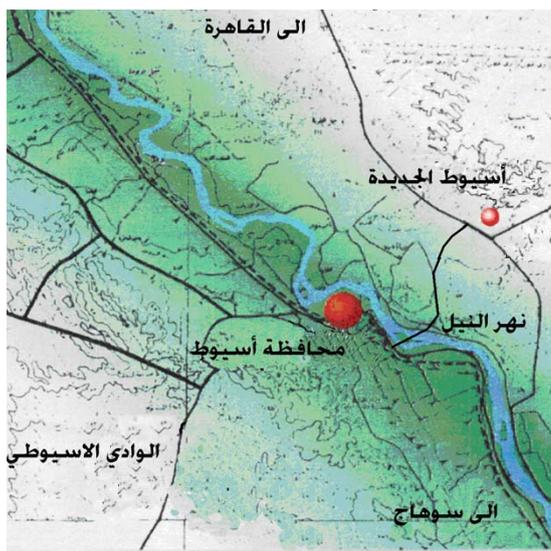
وترتبط مدينة أسيوط الجديدة بمدينة أسيوط بمحورين أساسيين: الأول (قناطر أسيوط)، والثاني (الكوبري العلوي الجديد على النيل)، وللمدينة مدخلان الأول للمنطقة السكنية وهو الرئيسي من الاتجاه الجنوبي على طريق القاهرة سوهاج الصحراوي الشرقي، والثاني يقع على المحور الشرقي للتجمع حيث يقوم بالربط بين التجمع والمنطقة الصناعية المقترحة للتجمع على طريق الغردقة أسيوط، شكل (١١-١)، كما يمكن الوصول إلى الطريق الدائري حول التجمع من خمس نقاط أخرى تمثل نهاية الطرق التجميعية للتجمع<sup>[٢]</sup>.

[١] الهيئة العامة للأرصاد الجوية: **الأطلس المناخي لمصر**، وزارة النقل والمواصلات، جمهورية مصر العربية، ١٩٩٦م.

[٢] رياض محمد عبد الله الشميري: **تأثير الظروف المناخية على التجمعات السكنية بالمدن الصحراوية بصعيد مصر (مدينة أسيوط الجديدة كمثال تطبيقي)**، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ٢٠٠٦، ص ١١٢.

[3] Tarek Galal Habib: **Trains of Urban Development in Egypt, Update Evaluation for the Experience of New Urban Communities**, Op, Cit., pp. 162.

[٤] الهيئة العامة للتخطيط العمراني: **التخطيط الهيكلي للتجمع العمراني الجديد بالوادي الأسيوطي**، ١٩٩٦، ص ١١:١٥.



شكل (١-١): موقع مدينة أسيوط الجديدة بالنسبة للمحافظة [١].

### ١-١-٣-٢- التحليل المناخي لمدينة أسيوط الجديدة:

#### أ- سطوع الشمس والإشعاع الشمسي:

تصل نسبة سطوع الشمس إلى أدناها في شهر ديسمبر ونسبة ٦٥% كما تبلغ أقصاها في باقي أشهر الصيف بنسبة ٩٠%، وتعتبر مدة السطوع وصفاء السماء عن توافر كمية كبيرة من الطاقة الحرارية التي يمكن استغلالها في تدفئة ليالي الشتاء الباردة وذلك بالتخطيط والتصميم المناسب.

#### • النسبة المئوية لساعات سطوع الشمس:

هي النسبة المئوية لعدد ساعات سطوع الشمس الفعلية إلى عدد ساعات سطوع الشمس الممكنة، ويتضح من البيانات والخرائط الجوية أن نسبة سطوع الشمس على الوادي الأسيوطي ومدينة أسيوط الجديدة تمتد طوال اليوم معظم أيام السنة لقلة السحب. يبين الجدول رقم (١-١)، أن سطوع الشمس يشمل معظم ساعات النهار (٨٥-٩٠%) في ستة أشهر من العام، ويتراوح بين (٧٥-٨٥%) في خمسة أشهر من العام وبين (٧٠-٧٥%) في شهر يناير فقط، وهذا يعطى مؤشرا واضحا على قوة السطوع الشمسي على مدار العام.

جدول (١-١): النسبة المئوية لعدد ساعات سطوع الشمس خلال العام على إقليم أسيوط [١].

الشهر	النسبة المئوية لعدد ساعات سطوع الشمس (%)
يناير	٧٥-٧٠
فبراير	٨٠-٧٥
مارس	٨٠-٧٥
أبريل	٨٠-٧٥
مايو	٩٠-٨٥
يونية	٩٠-٨٥
يوليو	٩٠-٨٥
أغسطس	٩٠-٨٥
سبتمبر	٩٠-٨٥
أكتوبر	٩٠-٨٥
نوفمبر	٨٥-٨٠
ديسمبر	٨٠-٧٥

[1] Tarek Galal Habib: **Trains of Urban Development in Egypt, Update Evaluation for the Experience of New Urban Communities**, Op Cit., pp. 162.

**ب- درجة حرارة الهواء:**

يبين الجدول رقم (٢-١)، أعلى وأدنى قيم لدرجات الحرارة فنلاحظ أن متوسط الفرق بين أعلى وأقل درجة حرارة على مدى اليوم ١٤,٢ درجة في يناير و ١٧ درجة في مايو ويبلغ متوسطه السنوي ١٥ لدرجة مما يدل على التباين المناخي الشديد على مدار اليوم وعلى مدار العام.

جدول (٢-١): متوسطات القيم الشهرية لأعلى وأدنى درجة حرارة خلال العام لمدينة أسيوط<sup>[١]</sup>.

الشهر	القيم الشهرية لأعلى درجة حرارة (درجة مئوية)	القيم الشهرية لأدنى درجة حرارة (درجة مئوية)
يناير	٣٥	صفر
فبراير	٤٠	صفر
مارس	٤٥	١٠
أبريل	٤٥	١٠
مايو	٥٠	١٥
يونيه	٥٠	٢٠
يوليو	٤٥	٢٠
أغسطس	٤٥	٢٠
سبتمبر	٤٥	١٥
أكتوبر	٤٥	١٠
نوفمبر	٤٠	صفر
ديسمبر	٣٥	صفر

**• النسبة المئوية لدرجات الحرارة: [٢]****أولاً: بالنسبة لدرجات الحرارة الصغرى:**

- المعدل السنوي لعدد الأيام ذات درجة حرارة صغرى أقل من صفر درجة مئوية: ١ - ٥ أيام/سنة.
- المعدل السنوي لعدد الأيام ذات درجة حرارة صغرى أقل من خمس درجات مئوية: ٢٠-٣٠ يوم/سنة.
- المعدل السنوي لعدد الأيام ذات درجة حرارة صغرى من (١٠) درجة مئوية: ٩٠-١٢٠ يوم/سنة.

**ثانياً: بالنسبة لدرجات الحرارة العظمى:**

- المعدل السنوي لعدد الأيام ذات درجة حرارة عظمى أكبر من ٣٥ درجة مئوية: ٩٠-١٢٠ يوم/سنة.
- المعدل السنوي لعدد الأيام ذات درجة حرارة عظمى أكبر من ٤٠ درجة مئوية: ١٠-٢٠ يوم/سنة.
- المعدل السنوي لعدد الأيام ذات درجة حرارة عظمى أكبر من ٤٥ درجة مئوية: صفر - ٥ أيام/سنة.

**ج - الرطوبة النسبية:**

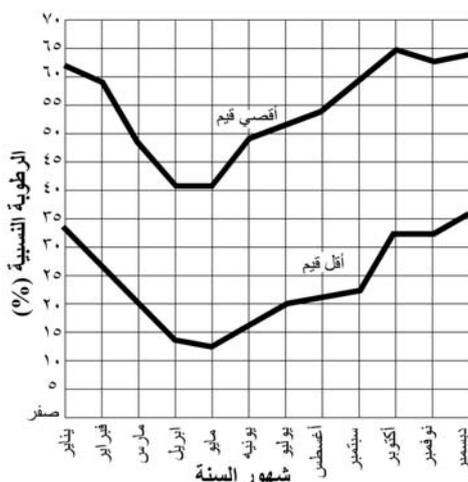
يلاحظ انخفاض معدل الرطوبة النسبية بصفة عامة إذ يتراوح متوسطها بين ٤٠% و ٥٠% في الفترة الباردة (الشتاء) بينما تقل في باقي أشهر العام لتصل إلى أدنى مستوى لها ١٣% في شهر مايو مما يؤدي إلى تزايد معدل البخر في هذه الفترة يصل إلى ٢٢,٧٠ ملليمتر في اليوم، ويرجع هذا إلى قلة العناصر ذات المحتوى المائي والتي تسبب الرطوبة النسبية بالنسبة إلى الظهير الصحراوي الذي يغلب على المنطقة، حيث تقتصر تلك العناصر على مجرى النيل ذاته والشريط الزراعي على ضفتيه<sup>[٣]</sup>.

[١] الهيئة العامة للأرصاد الجوية: **الأطلس المناخي لمصر**، (مرجع سابق)، ص ١٥:٢٠.

[٢] نرمين محمود رأفت عبد الفتاح: **أسس تشكيل الفراغات الحضرية بالمناطق الصحراوية لرفع كفاءة الأداء المناخي لها**، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ٢٠٠٥، ص ١٢١:١٣١.

[٣] وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، الهيئة العامة للتخطيط العمراني، **التخطيط العام للتجمع العمراني الجديد بالوادي الأسيوطي**، ١٩٩٧، ص ٩٥:٩٧.

كما نلاحظ في شكل (١٢-١) أن أقل قيمة للرطوبة النسبية تصل إلى ١٣% في شهر مايو بينما تصل أعلى قيمة لها إلى ٦٥% في شهر أكتوبر، وتتراوح بين ٣٤% و ٦٢% في شهر يناير وبين ١٦% و ٤٩% في شهر مارس فتتراوح بين ٢٢% و ٤٩% وفي شهر أكتوبر بين ٣٣% و ٦٥% [١].



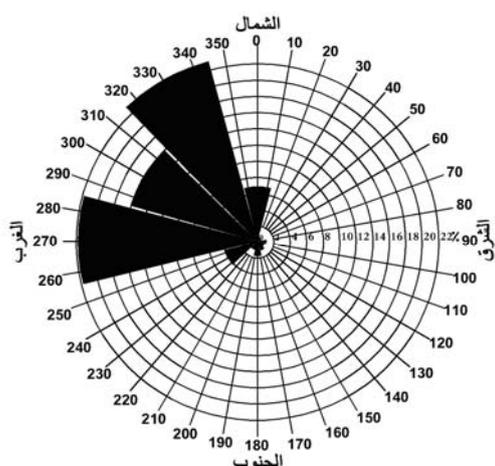
شكل (١٢-١): متوسط أعلى وأقل درجات الرطوبة النسبية لكل شهر على مدار العام لمدينة أسيوط الجديدة - الوادي الأسيوطي. [٢]

#### د - الأمطار:

يصل مجموع كمية المطر في الشهر إلى أقصاه في شهر فبراير، حيث يبلغ ٠,٤٠ ملليمتر ويمتد موسم الجفاف التام على مدار العام، لذا بسبب ندرة الأمطار في مجملها لا تحتاج لتصميم خاص لشبكات الصرف الصحي بالمدينة، ولكن لا بد من عمل حماية خاصة من أخطار السيول والاكْتفاء برفع كفاءة شبكة الصرف الصحي لاستيعاب مياه السيل.

#### هـ - الرياح:

من خلال جداول الرياح أمكن الحصول على وردة الرياح لكل شهر في السنة، حيث يلاحظ أنه في الشتاء (يناير) والربيع (مارس) تهب الرياح غربية - وهي السائدة - وشمالية غربية، أما في فصل الصيف (يوليه) والخريف (أكتوبر) تهب شمالية غربية بميل حوالي (٥٢٠) اتجاه الشمال وهي السائدة، ومن ذلك يمكن استنتاج احتمال هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة خلال السنة كما توضحه وردة الرياح السنوية بشكل (١٣-١)، ويلاحظ كما ذكرت سابقاً أنها تهب من قطاع واحد (من الغرب إلى الشمال، الشمال الغربي).



شكل (١٣-١): وردة الرياح السنوية لمدينة أسيوط الجديدة [١].

[١] الهيئة العامة للأرصاد الجوية: الأطلس المناخي لمصر، (مرجع سابق)، ص ١٥: ٢٠.

[٢] عبد المنطلب محمد علي: المعالجات المناخية لواجهات مباني المناطق الصحراوية (دراسة تطبيقية على مدينة أسيوط الجديدة - الوادي الأسيوطي)، المؤتمر المعماري الدولي الثالث، عمارة وتخطيط الصحراء (تجارب الماضي وأفاق المستقبل)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ١٧-١٩ نوفمبر ١٩٩٧، ص ٥.

يبين الشكل رقم (١-١٤)، التحليل المناخي لمدينة أسيوط الجديدة، وهي تشمل الآتي:

- الإشعاع الشمسي.
- درجة الحرارة.
- الرطوبة النسبية.
- الأمطار الشهرية.
- الرياح واتجاهاتها.

مع توضيح عدد أشهر الإحساس بالإجهاد والراحة الحرارية نهاراً و ليلاً.

#### ١-١-٤- الأداء الحراري والراحة الحرارية داخل فراغات المباني السكنية:

إن المدى الحراري الذي ينحصر فيه شعور الإنسان بالراحة يسمى منطقة الراحة الحرارية ويختلف هذا المدى الحراري باختلاف ظروف البيئة المناخية المحيطة بالإنسان، من حيث درجة الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الهواء، والتي تختلف بدورها باختلاف الموقع الجغرافي<sup>[١]</sup>.

##### ١-٤-١-١- منطقة الراحة الحرارية:

يعرف واطسون الراحة الحرارية بأن "المناخ عامل هام يؤثر على قدرتنا العقلية و الإنسانية كما يؤثر على قدرتنا على الاستمتاع و الراحة الحرارية"<sup>[٢]</sup>.

ويفضل بعض الباحثين مثل " أولجاي" تعريفها بطريقة عكسية بمعنى "الراحة الحرارية أو التعادل الحراري هي حالة لا يشعر معها الإنسان بالبرودة أو بالحرارة، أو يشعر بأي مضايقة نتيجة لخلل في البيئة الحرارية"<sup>[٣]</sup>.

والتعبير الأخير قد يكون أقرب للفهم فالإنسان نادراً ما يلفت انتباهه أنه "مرتاح حرارياً" ولكن قد يثير اهتمامه إحساسه بالحرارة أو البرودة أو سطوع أشعة الشمس المباشرة في عينيه، فعندما يبدأ اهتمام الإنسان ينتقل من عمله أو اهتماماته الطبيعية إلى الظروف الحرارية المحيطة به، تبدأ حالة الضيق من هذه الظروف<sup>[٤]</sup>.

وبالرغم من أن منطقة الراحة الحرارية تقترن بحالة التقويم الذاتي لظروف البيئة المناخية المحيطة، إلا أنه يحدثها من الناحية الوظيفية لجسم الإنسان مدى أو نطاق من تلك الظروف التي يظل معها التنظيم الحراري الآلي للجسم في حالة أدنى نشاط، ولا يعني ذلك مطلقاً الاحتفاظ بمعدلات مناخية ثابتة للإحساس بالراحة،<sup>[١]</sup> فان تذبذب كل من درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الهواء كنتائج مباشرة لاختلاف شدة الإشعاع الشمسي اليومي مفيد من الناحية الوظيفية للجسم صحياً ونفسياً، حيث أن ثبات تلك الظروف المناخية يؤدي إلي الخمول والإحساس بالملل والضيق، بينما تردها أو تذبذبها يؤدي إلي الإحساس بالانتعاش والتجدد الدائم لنشاط الإنسان بصفة عامة<sup>[٥]</sup>.

راحة الإنسان لا يمكن أن تقاس بالعوامل الفسيولوجية فقط حيث أنه من أولى المتطلبات هو التحكم في الاتزان الحراري بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة فهو عبارة عن الاحتفاظ بدرجة حرارة الجسم الداخلية مع اختلاف تأثير سرعة الهواء الخارجي بالبيئة المحيطة به<sup>[٦]</sup>.

ويمكن تعريفها بتلك الحالة الذهنية من الحرارة والرطوبة به، وتكون حالة الاتزان الحراري بين جسم الإنسان والبيئة في عدم شعور الإنسان بالحرارة أو البرودة<sup>[٧]</sup>.

[١] هينار أبو المجد أحمد خليفة: تصميم الفراغات العمرانية لتحقيق الراحة الحرارية باستخدامات التقنية الحديثة للتحكم المناخي، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠٠٤، ص ٦٢:٧٣.

[2] Watson & Labs: Climatic Design, McGraw Hill, L.T.D. ,U.S.A.1983, pp. 26.

[3] Markus &Morris: Building, Climate and Energy, Pitman Publishing, L.T.D. London, (U.K). 1978 pp. 47.

[4] Hans Roseland: Climatic Design of Buildings using Passive Techniques, Op Cit, pp. 7.

[٥] صباح عبد اللطيف مشنت: العمارة والبيئة المناخية الأسس النظرية التطبيقية، الطبعة الأولى، مركز عبادي للدراسات والنشر، صنعاء، ١٩٩٥، ص ٤٦.

[٦] دراف العابدي: أثر العوامل المناخية على استهلاك الطاقة بالأحياء السكنية الجماعية في المناطق الجافة: دراسة حالة مدينة يوسعادة، (مرجع سابق)، ص ٤٢.



شكل (١٤-١): التحليل المناخي لمدينة أسيوط [١].

[١] مها بكري عليو، تأثير المناخ على تصميم الغلاف الخارجي للمبنى (دراسة تحليلية لتقييم الأداء البيئي للمباني في مصر) - الجزء الثاني، (مرجع سابق)، ص ٣٨.

## ١-٤-٢-١-١ الراحة الفسيولوجية:

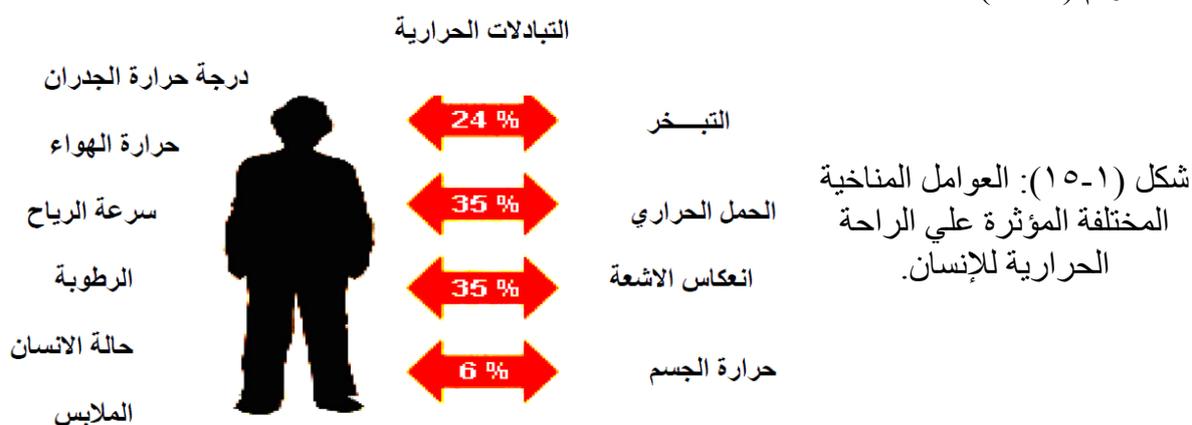
تعرف الراحة الفسيولوجية بأنها مجموعة من الظروف المناخية (الحرارية) والتي لا يشعر عندها أكثر من ٥٠% من الأشخاص بالحاجة إلى التكيف للمحيط الحراري<sup>[١]</sup>.  
ولغرض توفير بيئة معمارية داخلية للإنسان، علينا دراسة متطلبات الإنسان الفسيولوجية وكيفية سيطرته الطبيعية على درجات حرارة جسمه، ونوعية الفاعلية التي يزاولها، وطبيعة الإنسان نفسه ضمن البيئة وساعات عمله وراحته، والملابس الملائمة له وأخيراً ردود فعل جسم الإنسان للبيئة الصناعية، لكي يتسنى لنا معرفة التصميم المعماري الجيد والمريح للإنسان ضمن بيئته المحيطة.  
على مر الأعوام، حدد الباحثون في مجال الراحة البشرية المتغيرات التي تؤثر على إحساس الإنسان بالحرارة وحددوا مدى المتغيرات المريحة للشخص العادي، فقد تم تحديد أربعة متغيرات راحة أساسية هذه المتغيرات تشمل درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وحركة الهواء ودرجة الحرارة المشعة المتوسطة<sup>[\*]</sup>، هذه المتغيرات الأربعة تعرف باسم "المتغيرات البيئية" لأنها تمثل البيئة المحيطة بالجسم، هناك مجموعة ثانية من المتغيرات تسمى المتغيرات "الشخصية" ويتحكم فيها الفرد، وهما متغيران: قيمة عزل الملابس، وتسمى قيمة "clo"<sup>[\*\*]</sup> ومعدل التعرق وهو معدل إنتاج أجسام الناس بالمبنى للحرارة، وتقاس بوحدات met<sup>[\*\*\*]</sup>.

## ١-٤-٣-١-١ العوامل المؤثرة في الراحة الحرارية:

هناك العديد من العوامل المؤثرة على الراحة الحرارية للإنسان منها العوامل المناخية وأخرى متعلقة بالحالة الخاصة بالإنسان.

## أ- العوامل المناخية:

تؤثر العوامل المناخية على الراحة الحرارية للإنسان بصفة مباشرة ويمكن أن نوجزها بداية في الشكل رقم (١-١٥).



## - درجة حرارة الهواء:

درجة الحرارة الهواء هي المؤثر الرئيسي والمباشر في الإحساس بالراحة أو الإجهاد الحراري، ورغم وجود عدد كبير من المؤثرات، تبقى كلها تدور حول درجة حرارة الهواء، فالجسم يفقد الحرارة عن طريق ملامسته للهواء، الذي تتولد به تيارات الحمل نتيجة لملامسة الجسم له، فتنتقل الحرارة إليه وكلما انخفضت درجة حرارة الهواء كلما زاد معدل فقد الحرارة<sup>[١]</sup>.

[١] هينار أبو المجد أحمد خليفة: تصميم الفراغات العمرانية لتحقيق الراحة الحرارية باستخدامات التقنية الحديثة للتحكم المناخي، (مرجع سابق)، ص ٦٢:٧٣.

[\*] درجة الحرارة المشعة المتوسطة هي متوسط درجات الحرارة لكل الأسطح التي تحيط بالشخص.  
[\*\*] يستخدم (CLO) في قياس قيمة العزل الحراري من الملابس (Clothing and Thermal Insulation).  
[\*\*] 1met = ١٨,٤ وحدة حرارة بريطانية / قدم ٢ من مساحة الجسد = ٥٨,٢ وات/م<sup>٢</sup> - وللإنسان متوسط الحجم فإن هذه الوحدة تعادل ١٠٠ وات = ٩٠ كيلو سعر/ساعة = ٣٦٠ وحدة حرارة بريطانية. ساعة.

## - الإشعاع الشمسي:

يؤثر تعرض الجلد لاكتساب أو فقدان الحرارة عن طريق الإشعاع تأثيراً مباشراً علي الشعور بالراحة الحرارية، ونجد أن الإنسان يشعر بالحرارة إذا تعرض لأشعة الشمس سواء كان في الصيف أو الشتاء رغم برودة الجو، ولكن نلاحظ أن التعرض لأشعة الشمس في فصل الشتاء يعطى شعوراً مباشراً بالراحة الحرارية، فالشمس ليست هي مصدر الإشعاع الوحيد، فأى جسم يخزن قدراً من الحرارة يشع إلى الأجسام الأقل منه حرارة والتي يفصلها عنه وسط شفاف مثل الهواء أو الزجاج [1].

## - الرطوبة النسبية:

تؤثر الرطوبة النسبية في سعة البخر في الهواء ومن ثم تتحكم في درجة التبريد الذي يحدث عند تبخر العرق من على سطح البشرة فيزيد في الجو ويقل بازدياد الرطوبة في الجو، أما انخفاض الرطوبة عن الحد المناسب ولمدة طويلة فإنه يسبب جفاف شديد في البشرة، وفي الأجواء الباردة يؤدي انخفاض الرطوبة النسبية إلى الشعور بالبرد لذا فإن الإحساس بالراحة الحرارية بالنسبة للرطوبة النسبية يكون عند ٣٠ إلى ٥٠ % مع درجة حرارة تتراوح بين ٢٠ إلى ٢٥ درجة مئوية وإذا زادت الأخيرة عن ٢٥ درجة مئوية فهذا يحس الإنسان بالرطوبة في الجو المحيط به [2].

## - الرياح:

يكن تأثير الرياح على الراحة الحرارية للإنسان في كونه عامل مهم في نقل درجة الحرارة بواسطة الانتقال الحراري عبر الوسط الموجود في الإنسان والمجال الموجود فيه، مما يؤثر على الراحة الحرارية لدى الإنسان [3].

ويعرض جدول (٣-١) العوامل المؤثرة على الراحة الحرارية للإنسان من درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الهواء، وحدود الراحة الحرارية لكل عامل من العوامل السابقة.

جدول (٣-١): العوامل المؤثرة على الأداء الحراري للمبني [2].

حدود الراحة الحرارية [4]	العوامل المؤثرة على الراحة الحرارية
٢٢ إلى ٢٧ درجة مئوية	درجة حرارة الهواء (C) (مئوية): هي درجة حرارة الهواء المحيط بالسيلزبوس (مئوية) التي يشعر بها الإنسان أثناء العمل، تتم مراقبة هذا المعامل بالمجس المشترك لدرجة حرارة الحالة الصلبة والرطوبة النسبية للهواء.
٣٠ إلى ٧٠ %	الرطوبة النسبية (RH) (%): يعبر هذا المصطلح عن النسبة بين الضغط الجزئي لبخار الماء وضغط تشبع بخار الماء، يتم التعبير عن هذه القيمة في صورة نسبة مئوية.
الصيف ٠,٢٥ م/ث الشتاء ٠,١٥ م/ث	سرعة الهواء (V <sub>a</sub> ) (م/ث): تعرف سرعة الهواء بمقدارها واتجاهها وتقاس بوحدات المتر/ الثانية، ترتبط هذه القيمة بالحركة اللحظية للهواء المحيط بمنطقة العمل.

[1] Wang Liping, Wong Nyuk Hien: **The impacts of ventilation strategies and facade on indoor thermal environment for naturally ventilated residential buildings in Singapore**, Building and Environment, www.sciencedirect.com, V(42), 2007, pp. 4016.

[2] شفق العوضي الوكيل، محمد عبد الله سراج: **المناخ وعمارة المناطق الحارة**، (مرجع سابق)، ص ٢٠٣.

[3] محمد حازم محمد سعيد القويضي: **البيئة المناخية وأثرها على العمارة والتخطيط العمراني بالمدن المصرية الجديدة**، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان، ١٩٨٤، ص ١٢٠.

[4] <http://www.ashrae.org/events/page/562>

## ب- التمثيل البياني للراحة الحرارية:

اهتم العلماء و الباحثون بالجانب المتعلق بتوفير استراتيجيات لتوفير الراحة الحرارية للإنسان، فقاموا بالبحث عن أدوات وطرق لقياس الراحة الحرارية<sup>[١]</sup>، وكان هدف معظم هذه الدراسات الوصول إلى معيار أو مؤشر واحد يعبر عن كل المتغيرات بقدر مقبول من الدقة، ليتمكن على أساسه تحديد النطاق المريح للإنسان<sup>[٢]</sup>.

وكمثال على ذلك اهتمت بعض الدراسات بتمثيل نطاق الراحة الحرارية على منحني واحد أو عدة منحنيات تدمج تأثير المؤثرات المختلفة (درجة الحرارة والرطوبة والنسبية وسرعة الهواء)، وبتوقع نقاط الظروف المناخية لأي فراغ على المنحنى يمكن تحديد إن كانت الفراغات تقع في نطاق الراحة أم تخرج عنه، ومن أشهر الأمثلة على ذلك<sup>[٣]</sup>:

أ - جداول مارتن أيفنز.

ب - جداول ماهوني.

ج - مقياس ASHRAE لدرجة الحرارة ومنطقة الراحة.

د- معادلة فانجر للاتزان الحراري ومتوسط التصويت المتوقع.

هـ- درجة الراحة الفعالة المصححة.

و - الخريطة السيكومترية لحيفوني.

ز- خريطة الراحة الحرارية لفيكاتور أولجياي.

وسيتناول البحث شرح أهم هذه الأمثلة وهي خريطة الراحة الحرارية لفيكاتور أولجياي.

## خريطة الراحة الحرارية لفيكاتور أولجياي:

وضع فيكتور أولجياي خريطة الراحة الحرارية والتي تشتمل على محور رأسي للدرجات حرارة الترمومتر الجاف وأخر أفقي للرطوبة النسبية، وتم تحديد منطقة الراحة الحرارية المثلي بين درجة حرارة ٢٢ و ٢٧ درجة مئوية ورطوبة نسبية من ٣٠ : ٦٠% وتمتد إلى ١٨ : ٧٧% كما هو موضح بالشكل رقم (١-١٦)، وهذه الخريطة صالحة للمناطق الحارة الجافة والرطبة وللشخص العادي مع نشاط متوسط وملابس تعادل ١ كلو (clo)<sup>[٤]</sup>.\*

وتستخدم خريطة الراحة الحرارية لأي منطقة على مدار العام عند توافر أي من المعلومات الآتية<sup>[٥]</sup>:

- أقصى درجة حرارة شهرية مع أقل درجة رطوبة شهرية.
- المتوسط الشهري لدرجات الحرارة مع المتوسط الشهري للرطوبة النسبية.
- المتوسط الشهري لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية الساعة السادسة صباحاً حيث المتوسط الشهري لدرجات الحرارة الأدنى والمتوسط الشهري الأعلى للرطوبة النسبية.
- المتوسط الشهري لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية الساعة الثانية عشر ظهراً وهي تمثل المتوسط الشهري الأعلى لدرجة الحرارة والمتوسط الشهري الأدنى للرطوبة النسبية.

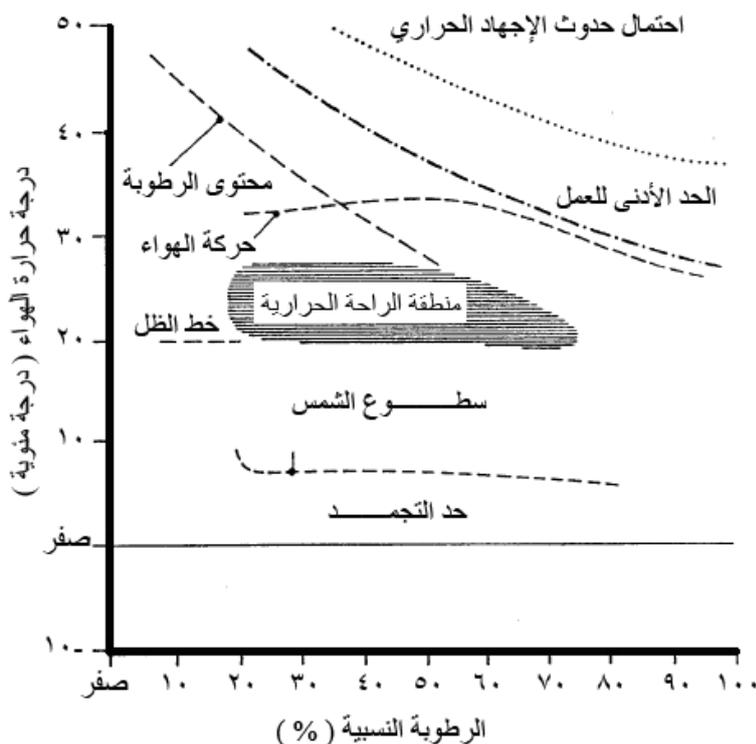
[١] هينار أبو المجد أحمد خليفة: تصميم الفراغات العمرانية لتحقيق الراحة الحرارية باستخدامات التقنيات الحديثة للتحكم المناخي، (مرجع سابق)، ص ٦٢: ٧٣.

[2] Mustapha Ben-Hamouche: Climate, Cities And Sustainability In The Arabian Region: Compactness As A New Paradigm In Urban Design And Planning, Op Cit., pp. 196:220.

[٣] طارق محمد حجازي: الاداء المناخي كأساس لتصميم المواقع السكنية بالبيئة الصحراوية، (مرجع سابق)، ص ٢٢٣. [\*] تم تعريف الكلو (clo) في صفحة رقم ١٧.

[4] Hans Roseland: Climatic Design of Buildings using Passive Techniques, Op Cit., pp. 7.

[٥] خالد سليم فجال: العمرارة والبيئة في المناطق الصحراوية الحارة، الدار الثقافية للنشر، القاهرة، ٢٠٠٢، ص ٤٩.



شكل (١٦-١): حدود منطقة الراحة الحرارية تبعاً لخريطة الراحة لفيكتور أولجياي<sup>[١]</sup>.

#### ١-٤-٤-١-١- التحليل البيومناخي لمدينة أسيوط الجديدة:

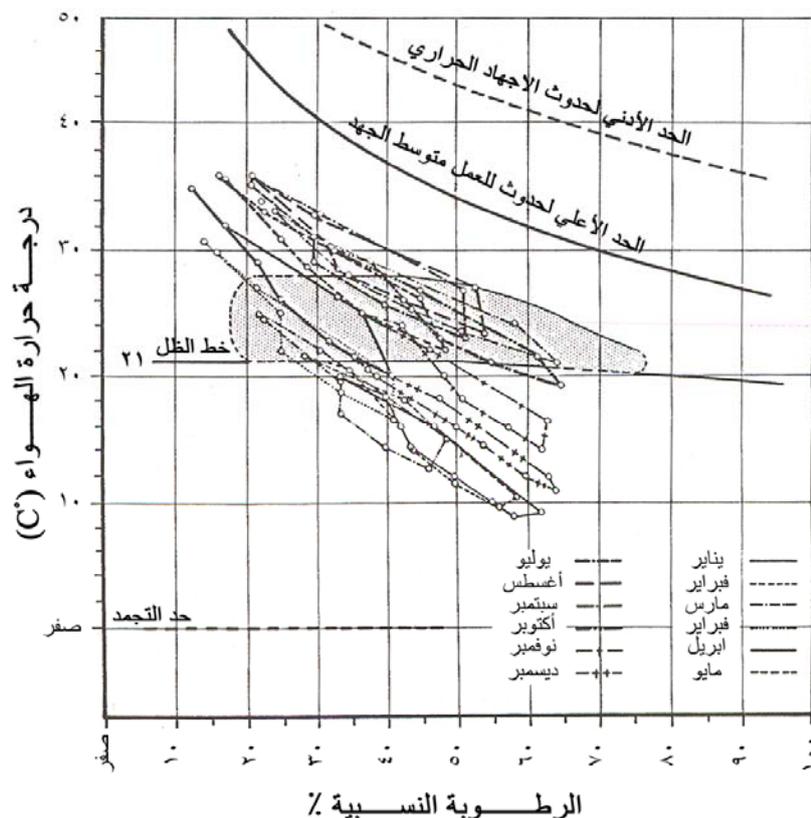
بناء على العلاقة بين درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية أو ما يعرف بمنحنى الراحة الحرارية، وعلى الدراسات المعملية لتأثير عناصر المناخ على عملية التبادل الحراري المستمر بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة به من ثم على راحته، فقد اقترح فيكتور أولجياي أسلوباً خاصاً لتقييم المباني السكنية تبعاً لتأثير البيئة المناخية وذلك باستخدام المنحنى البيومناخي، حيث يمثل العلاقة بين درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية<sup>[٢]، [٣]</sup>، والذي عن طريقها يمكن تحديد الظروف المناخية الغير ملائمة لسكن الإنسان بموقع ما، وبالتالي التعرف على مشاكله الحرارية، ومتطلبات حلولها بما يتفق ومتطلبات الراحة الحرارية لسكني الإنسان بذلك الموقع على مدار العام تبعاً للظروف المناخية، وذلك بمجرد تحديد منطقة الراحة الحرارية لمزاولة النشاط السكني بالإقليم المناخي للموقع على المنحنى البيومناخي، ومن ثم توقيع المتوسط الشهري لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية، لكل ساعة من ساعات اليوم بذلك الموقع<sup>[٤]</sup>. وبتحليل البيانات المناخية يمكن معرفة الفترة الحارة والباردة على مدار العام والخاصة بمدينة أسيوط الجديدة، ولتحديد تلك الفترات يمكن الاستعانة بما يسمى بالتحليل البيومناخي لمنطقة الدراسة، وبتوقيع المتوسط الشهري لدرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية على هذا المنحنى لكل ساعة على مدار اليوم بمنطقة الدراسة يمكن استنباط المنحنيات الشهرية التي تمثل العلاقة بين متوسط درجة حرارة الهواء ومتوسط الرطوبة النسبية - شكل (١٧-١).

[1] Olgyay V.: **Design with Climate**, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1963.

[2] Antony Sealey: **Introduction to Building Climatology**, commonwealth association of architects, 326 grand buildings trafalgar square, Published by the, CAA, London, 1979.

[3] BRAB: **Housing and Building in hot- Humid and Hot Dry Climate**, The Building Research Advisory Board, Division of Engineering and Industrial Research, Washington, 1985.

[4] Konya, A.: **Design Primer for Hot Climates**, Op, Cit., pp. 28.



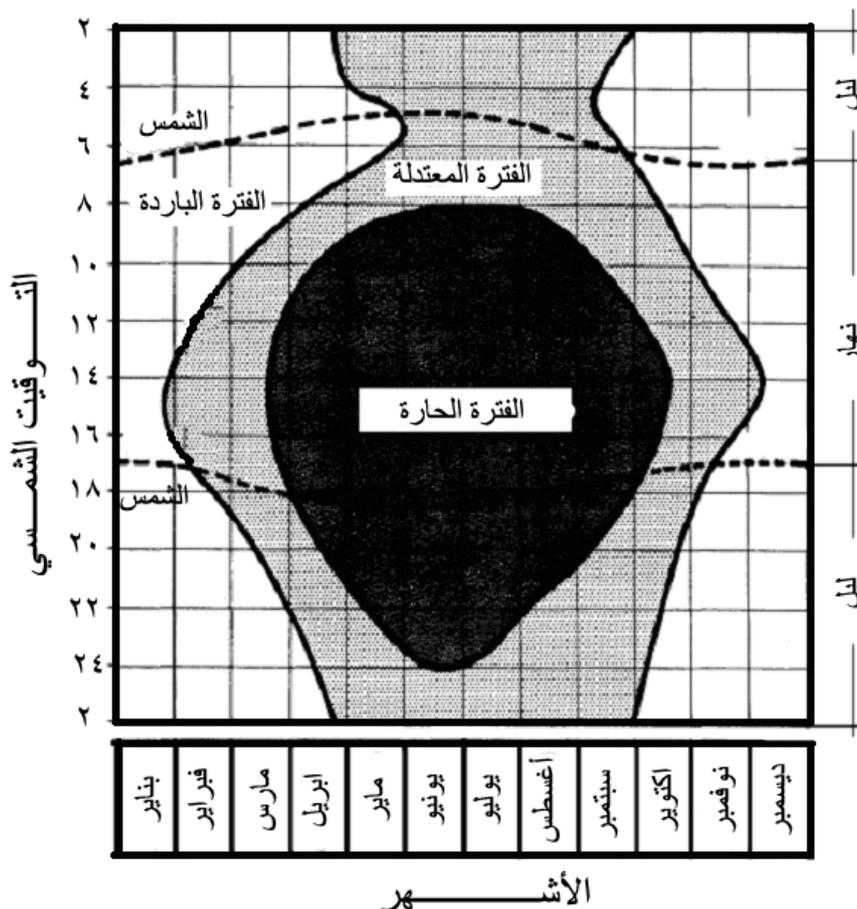
شكل (١-١٧): التحليل البيومناخي لمدينة أسيوط الجديدة [١].

وتتقاطع تلك المنحنيات مع بعضها البعض ومع حدود منطقة الراحة الحرارية للإنسان مكونة ثلاث فترات وبذلك فإن الفترات التي يحتاج فيها الإنسان للتظليل تتمثل في المنطقة التي تعلو خط الظل (أي عند ٢١ درجة مئوية) والتي تمثل الفترة الحارة والمعتدلة، ونتيجة لتغير كلاً من كمية الإشعاع الشمسي المباشر واتجاه الرياح السائدة - المرغوبة وغير المرغوبة - وأيضاً اختلاف الموقع والوقت على مدار السنة، فإنه من المناسب في مثل هذه الدراسة تحويل التحليل البيومناخي لمنطقة الدراسة إلى جدول مواقيت سنوي - شكل (١-١٨)، وبقراءة الشكل يمكن استخلاص مايلي:

- تمثل فترة الحرارة الزائدة بنسبة ٤٣% ما بين وقت الشروق حتى الغروب طول العام.
- تمثل الفترة الباردة بنسبة ٣١% ما بين وقت الشروق حتى الغروب طول العام.
- تمثل الفترة المعتدلة بنسبة ٢٦% ما بين وقت الشروق حتى الغروب طول العام.

وعلى ذلك فإن الفترة الحارة تمثل ٦٩% من ساعات النهار طول العام وذلك باعتبار أن كل من الفترة المعتدلة وفترة الحرارة الزائدة من العام تشكلان معا الفترة التي يتطلب فيها توفير الراحة الحرارية لسكنى الإنسان خلالها والحماية من أشعة الشمس المباشرة، وبناء على ذلك فإن الفترة الحارة بالتوقيت الشمسي تتمثل في شهر مايو ويونيو ويوليو وأغسطس وسبتمبر كله، وشهر مارس من الساعة ١٠ صباحاً حتى الغروب، وشهر إبريل وأكتوبر من وقت الساعة ٨ صباحاً حتى الساعة ١١ مساءً، وشهر نوفمبر من الساعة ١٢ ظهراً حتى الغروب، لذا نلاحظ أن الفترة الحارة والمعتدلة والتي تحتاج إلى معالجات معمارية وتخطيطية هي الفترة الغالبة من مناخ السنة ككل.

[١] عبد المنطلب محمد علي: تأثير المناخ الحار على تصميم الفتحات الخارجية للمباني بصعيد مصر، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ١٩٨٩، ص ٨٤.



شكل (١-١٨): جدول المواقيت السنوية للفترات المناخية لمدينة أسيوط الجديدة [١].

#### ١-١-٥- وصف تحليلي للأنماط السكنية بمدينة أسيوط الجديدة:

من خلال ما تم عرضه عن الأقاليم المناخية والعناصر المناخية، تبين أن مدينة أسيوط الجديدة ذات مناخ حار صحراوي، وفيما يلي عرض لأهم الملامح المعمارية للمدينة:

##### ١-٥-١-١- الكتلة العمرانية:

يوجد منطقتين سكنيتين في الكتلة العمرانية يفصل بينهما محور خدمات رئيسي - شكل (١-١٩)- وتتكامل مراكز الأحياء مع المركز الرئيسي بصريا وعضويا حيث تتعامد عليه وتتداخل المسطحات الخضراء لكل منها ليصبح التجمع العمراني وحدة متماسكة، ويتم توزيع مستويات الإسكان على التجمع بحيث يكون الإسكان الاقتصادي قريبا من المنطقة الصناعية التي تقدر مساحتها بحوالي ١٨٠ فدان، بينما يكون الإسكان المتوسط وفوق المتوسط بالمنطقة المجاورة للمركز الرئيسي للتجمع، هذا ويمكن الامتداد العمراني المستقبلي للكتلة السكنية في الاتجاه الغربي حيث يسمح شكل الأرض بهذه الإمكانيات دون الإخلال بالشكل العضوي للتجمع حيث تبلغ مساحته بحوالي ٩٥٠ فدان [٢].

فالمناطق الأولى (الحي الأول) تحتوي على إسكان بيت العائلة بمساحة ٤٥ فدان، وإسكان المستقبل بمساحة ٤٥ فدان، وإسكان الشباب بمساحة ٤٢ فدان، وقطع أراضي المرحلة العاجلة بمساحة ٨٥ فدان، أما المنطقة الثانية (الحي الثاني) وتشتمل على منطقة رجال الأعمال بمساحة ٣٣٠ فدان، ويوجد محور للخدمات يتوسط المنطقة الأولى والمنطقة الثانية (مركز المدينة) بمساحة ١٠٥ فدان [٢].

[١] عبد المنطلب محمد علي: تأثير المناخ الحار على تصميم الفتحات الخارجية للمباني بصعيد مصر، (مرجع سابق)، ص ٨٧.

[٢] الهيئة العامة للتخطيط العمراني: إستراتيجية التنمية الشاملة لإقليم أسيوط، التقرير العام، ١٩٩٦.



شكل (١-١٩): الموقع العام لمدينة أسبوط الجديدة<sup>[١]</sup>.

### ١-١-٥-٢- النسيج العمراني لمدينة أسبوط الجديدة:

بتحليل النسيج العمراني للمدينة يتضح وجود نمطان عمرانيان للمباني السكني وهو النسيج العمراني النقطي الذي يصبح فيه لكل منشأ أربعة واجهات يطل بها على البيئة المحيطة الأمر الذي يعني زيادة مسطح عناصر المنشآت الخارجية المعرضة للظروف المناخية، وهو ما يناسب البيئات المناخية الأكثر اعتدالا على شواطئ البحار أكثر ما يناسب البيئة المناخية الحارة الجافة في المناطق الصحراوية<sup>[٢]</sup>، والثاني هو النمط العمراني المتضام الذي يصبح فيه لكل منشأ واجهتان يطل بها على البيئة المحيطة.

### ١-١-٥-٣- مساحة ومكونات المدينة:

تبلغ مساحة المدينة (٣٠٣٦٣,٦٠) فدان موزعة علي النحو التالي<sup>[١]</sup>:

- ١- كتلة عمرانية بمساحة (٢٩٩٦) فدان وتشمل علي:
  - الحي السكني الأول بمساحة (٥٣٥,٨٠) فدان.
  - مركز الخدمات الرئيسي بمساحة (١٢١,٩٠) فدان.
  - الحي السكني الثاني بمساحة (٦٣٥,٨٠) فدان.
  - المنطقة الإقليمية بمساحة (٥٢٠,٨٠) فدان.
  - المنطقة الصناعية بمساحة (٢٣٦,٧٠) فدان.
  - منطقة الامتداد المستقبلي بمساحة (٨٣٦,٠٠) فدان.
  - حزام أخضر داخل الكتلة العمرانية بمساحة (٨١,٠٠) فدان.
- ٢- حزام أخضر حول المدينة بمساحة (٢٧٣٦٧,٦٠) فدان.

[١] جهاز مدينة أسبوط الجديدة.

[٢] رياض محمد عبد الله الشميري: تأثير الظروف المناخية على التجمعات السكنية بالمدن الصحراوية بصعيد مصر (مدينة أسبوط الجديدة كمثال تطبيقي)، (مرجع سابق)، ص ١١٥.

## ١-١-٥-٤- أنماط الإسكان في مدينة أسيوط الجديدة:

تعددت أنماط الإسكان بالمدن الجديدة تبعاً للسياسة المتبعة لتنمية المدن الجديدة، وكذلك تبعاً للخريطة الزمنية لإنشاء المدن وأنماط الإسكان، فعند النظر إلى مدينة أسيوط الجديدة وتحديد الخطوط العريضة نجد أنه يوجد ١٤ نمط سكني مختلف كذلك بالإضافة إلى مراكز الخدمات والمناطق الصناعية والخدمات التعليمية والدينية والتجارية وامتداد لجامعة أسيوط وهم كالاتي:

(الإسكان العائلي - إسكان ابني بيتك - المرحلة العاجلة - إسكان الشباب وإسكان المستقبل - الإسكان المطور - الإسكان القومي - حي الزهور - رجال الأعمال - إسكان استثماري ومنطقة الفيلات).

ولتحديد النمط السكني لدراسته وتحليل نماذجه السكنية، كان لا بد من حساب مساحة كل نمط سكني وكذلك نسبته في أنماط الإسكان بمدينة أسيوط الجديدة، فيوضح جدول (٤-١) نسب الأنماط السكنية الموجودة بالمدينة للخروج منه بالنمط السكني الغالب ودراسته وتحليل نماذج السكنية.

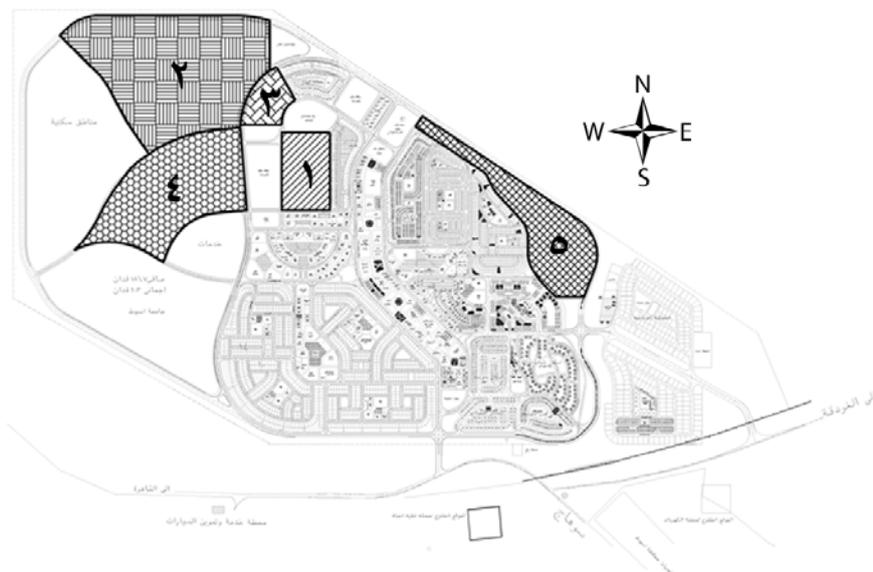
جدول (٤-١): مساحة ونسب أنماط الإسكان بمدينة أسيوط الجديدة

نوع الإسكان	مساحة النمط السكني بالمتر المربع	نسبة النمط السكني إلى الإسكان ككل (%)
الإسكان العائلي	٦٥٢٨٣٠,٢٧١١	٩,٩٠
الأول	٢٣١٤٥٢,١١٦٩	
الثاني	٢٢٣٢٦٩,٥١٥٩	
الثالث	١٩٨١٠٨,٦٣٨٣	
<b>ابني بيتك</b>	<b>٢١٨٦٧٠,١,٥٨٣</b>	<b>٣٣,١٥</b>
الأول	١٨١٥٨٠,٣٥٦٦	
الثاني	٩٤٠٣٢٦,٩٣٤٨	
الثالث	٩٧٣١٦,٨٢٣١	
الرابع	٥٩٢٧١٠,٨٨٤٢	
الخامس	٣٧٤٧٦٦,٥٨٣٩	
المرحلة العاجلة	٣٧٠٠٤٥,٥٠٨٩	٥,٦١
اقتصادي	١٠٨١٠٠,٦٨١٠	
متوسط	١٢٨٢٩٣,٠٤٣٦	
فوق المتوسط	١٣٣٦٥١,٧٨٤٣	
إسكان المستقبل	١٨٨٣٦٥,٠٩٩١	٢,٨٦
إسكان الشباب	٢٨٥٦٤٦,٧٨٤٧	٤,٣٣
الإسكان المطور	١٦٢٠٠,٥٤٧١	٠,٢٥
الإسكان القومي ١	١٧٣٩٥,٨٨٣٦	٠,٢٦
حي الزهور	١٠٣٥٢٣,٦٢٠١	١,٥٧
رجال الأعمال	١٣٧٩٢٣٤,٠٦١٥	٢٠,٩١
إسكان استثماري	١١٦٣٨٤,١٧٨٠	١,٧٦
إسكان قومي ٢	٣٤٨٦٧,٩٣٩٨	٠,٥٣
منطقة الفيلات	١١٦٧٢٥,٠١٨٣	١,٧٧
منطقة شمال الجامعة	٨٩٧٢٧٠,٨٨٢٢	١٣,٦٠
منطقة شمال الحي الثاني	٢٣٠٩٠٠,٤٢٧١	٣,٥٠
إجمالي مساحات أنماط الإسكان بالمدينة	٦٥٩٦٠٩١,٨٠٤	١٠٠%

نلاحظ مما سبق أن النمط السكني (ابني بيتك) يحتل المرتبة الأولى في نسب مساحات أنماط الإسكان حيث تمثل ٣٣,١٥% من أنماط الإسكان بالمدينة، لذا تم اختيار نماذج ابني بيتك لتحليلها مناخياً وتقييمها لتحسين الوضع الراهن للمباني السكنية.

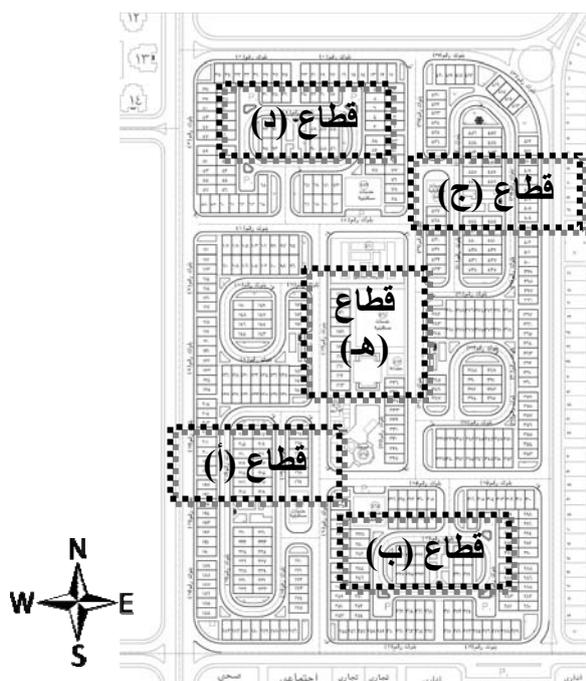
## ١-١-٥-٥- عرض تفصيلي للمبني السكني المختار للدراسة:

يبين الشكل رقم (٢٠-١)، الخمس مراحل لإسكان ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة، ونلاحظ أن المرحلة الأولى والثالثة توجد بالمنطقة الثانية للمدينة والمرحلة الخامسة توجد بالمنطقة الأولى وأخيراً المرحلة الثانية والرابعة بمنطقة الامتداد المستقبلي لمدينة أسيوط الجديدة. وقد تم تحديد المنطقة الأولى من قطاع ابني بيتك ليكون محل الدراسة واختيار بعض النماذج السكنية لتقييم الأداء المناخي وتحسين الراحة الحرارية داخل الفراغات.



شكل (٢٠-١): مراحل تنفيذ ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة [١].

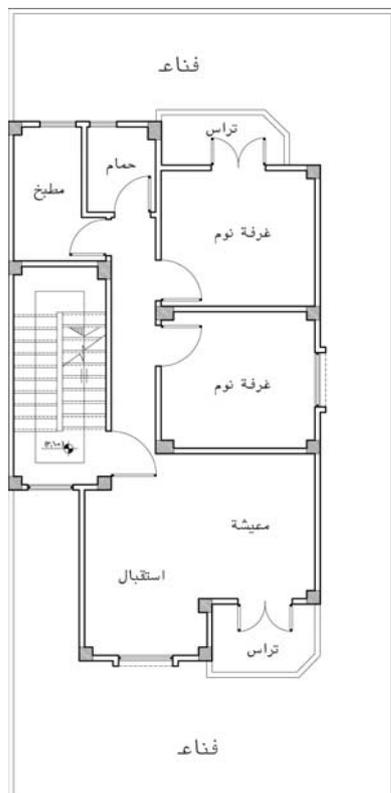
يبين الشكل رقم (٢١-١)، تقسيم المرحلة الأولى إلى خمس قطاعات، أربع قطاعات منهم سكنية والقطاع الأخير (قطاع هـ) يوجد بمركز المرحلة الأولى حيث تحتوي علي نماذج سكنية وأيضاً خدمات تعليمية ودينية وخدمات مستقبلية، وتقسّم المرحلة الأولى إلى ٥٠٣ قطعة سكنية وقطع أخرى تشمل الخدمات المختلفة.



شكل (٢١-١): المرحلة الأولى بإسكان ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة

[١] وزارة الإسكان والمرافق والمجمعات العمرانية، هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، مدينة أسيوط الجديدة.

فجد النمط المحدد لنماذج إسكان ابني بيتك ذات المساحة وأبعاد القطع السكنية الموحدة وهي ١٥٠ متر مربع وأبعادها ١٧,٥٠ × ٨,٦٠ متر، وتوجد لتلك القطع ثلاث نماذج سكنية هما (س،ص،ع)، حيث نموذج (س) يمثل نموذج ناصية وجر واحد، ونموذج (ص) و(ع) يمثلان نموذجان جارين فقط، وفيما يلي عرض للنماذج السكنية لإسكان ابني بيتك:  
أ- النموذج الأول (س):



المسقط الأفقي للدور المتكرر

1 2 3 4 5m



المسقط الأفقي للدور الأرضي

1 2 3 4 5m



الواجهة الجانبية



الواجهة الخلفية



الواجهة الأمامية

شكل (١-٢٢): المساقط الأفقية والواجهات لنموذج (س) بقطاع ابني بيتك بمدينة أسبوط الجديدة [١]، [٢].

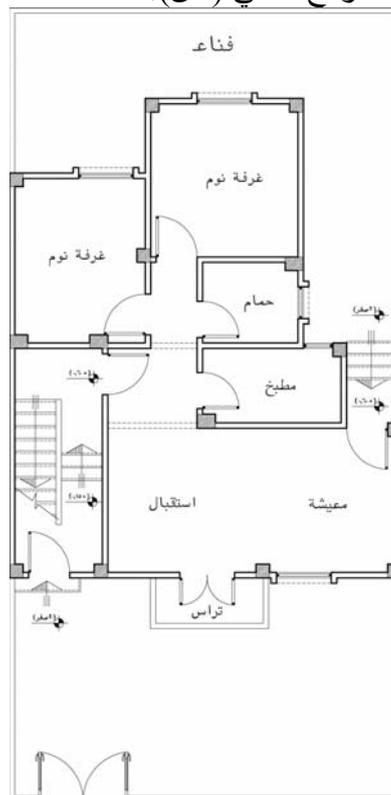
[١] وزارة الإسكان والمرافق والمجمعات العمرانية، هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، مدينة أسبوط الجديدة.  
[٢] تصوير الباحث بمدينة أسبوط الجديدة.

## ب- النموذج الثاني (ص):



المسقط الأفقي للدور المتكرر

1 2 3 4 5m



المسقط الأفقي للدور الأرضي

1 2 3 4 5m



الواجهة الخلفية



الواجهة الأمامية

شكل (١-٢٣): المساقط الأفقية والواجهات لنموذج (ص) بابني بيتك بمدينة أسبوت الجديدة [١][٢].

[١] وزارة الإسكان والمرافق والمجمعات العمرانية، هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، مدينة أسبوت الجديدة.  
[٢] تصوير الباحث بمدينة أسبوت الجديدة.

## ج- النموذج الثالث (ع):



المسقط الأفقي للدور المتكرر

1 2 3 4 م



المسقط الأفقي للدور الأرضي

1 2 3 4 م



الواجهة الخلفية

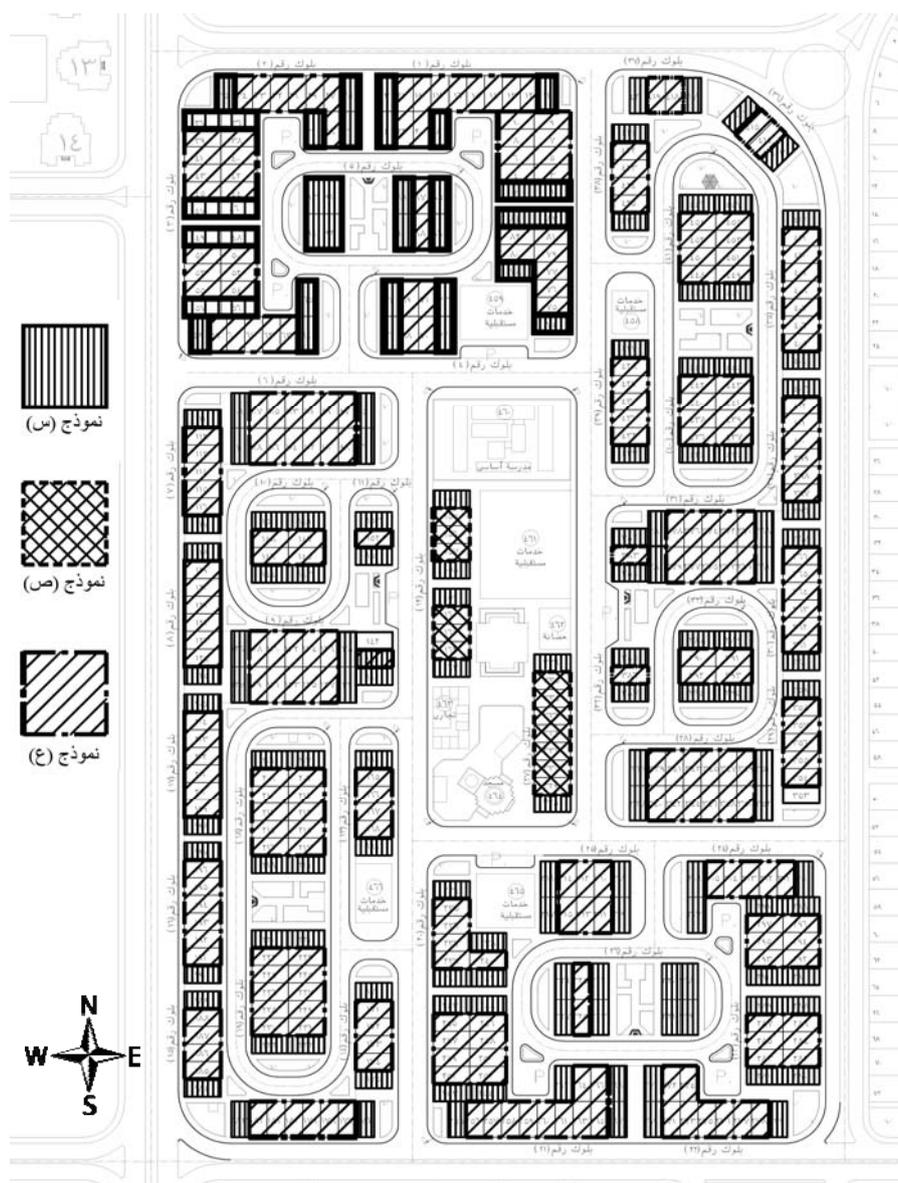


الواجهة الأمامية

شكل (٢٤-١): المساقط الأفقية والواجهات لنموذج (ع) بقطاع ابني بيتك بمدينة أسبوط الجديدة<sup>[١]</sup>،<sup>[٢]</sup>.

[١] وزارة الإسكان والمرافق والمجمعات العمرانية، هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، مدينة أسبوط الجديدة.  
[٢] تصوير الباحث بمدينة أسبوط الجديدة.

يوضح الشكل رقم (٢٥-١)، توزيع الثلاث نماذج (س، ص، ع) الخاصة بقطاع ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة، ومنها أمكن تحليل أعداد ونسب تلك النماذج في الجدول رقم (٥-١).



شكل (٢٥-١): توزيع النماذج السكنية بالمرحلة الأولى في قطاع إسكان ابني بيتك

جدول (٥-١) : يوضح أعداد ونسب الثلاث نماذج بابني بيتك

النسبة	العدد	النموذج
٤٠,٩٥ %	٢٠٦ قطعة أرض	نموذج (س)
٢,٦٠ %	١٣ قطعة أرض	نموذج (ص)
٥٦,٤٥ %	٢٨٤ قطعة أرض	نموذج (ع)
١٠٠ %	٥٠٣ قطعة أرض	الإجمالي

لذا فقد تم اختيار النموذج الثالث وهو (ع) لتقييم الأداء المناخي له وتحسين الأداء الحراري للفراغات به.

## الفصل الثاني: المعالجات التصميمية المؤثرة على الأداء الحراري داخل فراغات المباني السكنية بمنطقة الدراسة:

باستعراض التأثير المتبادل بين كل من المدينة والظروف المناخية المحيطة يجب محاولة تحسين المناخ الوسيط للمدينة والمناخ المحلي للفراغات العمرانية وذلك عن طريق التحكم في العناصر المناخية التي تؤثر تأثيراً مباشراً على الإحساس بالراحة وهي درجة الحرارة – الإشعاع - حركة الهواء – الرطوبة<sup>[١]</sup>.

تتميز الظروف المناخية في المناطق الحارة الجافة بسماة صافية ومدى زمني طويل من درجات الحرارة العالية والجو الجاف والتفاوت الكبير بين درجات الحرارة بالنهار عنها بالليل وفي هذه الظروف يكون الاهتمام الأساسي هو تقليل الإحساس بالحرارة والجفاف في تلك المناطق<sup>[٢]</sup>.

عند تصميم التشكيل العمراني للمدينة في تلك الظروف لا بد على المخطط أن يضع نصب عينه الوسائل التي يمكن أن تخفف من إجهاد المناخ المحلي داخل الكتلة العمرانية للمدينة، فيساعد اختيار التشكيل العمراني المناسب على التحكم في تشكيل المناخ الوسيط للمدينة وبالتالي التخفيف من الظروف المناخية القاسية التي تتعرض لها الفراغات العمرانية في تلك المناطق<sup>[٣]</sup>.

ويمكن إيجاز الخصائص البيئية التي تؤثر على التشكيل العمراني والتي من شأنها أن تتحكم في المناخ الوسيط والمناخ المحلي داخل الكتلة العمرانية:

- التعرض للإشعاع الشمسي.
- حركة الهواء داخل الكتلة العمرانية.
- النظام الحراري.

تختلف استراتيجيات التصميم – المؤثرة على الراحة الحرارية الداخلية - كثيراً حسب المناطق المناخية، كما يظهر في التصميمات التقليدية، حيث يعتبر المناخ من أهم العوامل التي تحدد معاملات التصميم كالمسافة بين المباني، شكل المبنى، توجيه المبنى، وغطاف المبنى (حوائط، نوافذ، سطح) وكذلك التقنيات والمواد المحلية من العوامل الهامة التي تؤثر على الراحة الحرارية الداخلية، حيث يعتبر الاستفادة من خصائص المناخ المحلي في المباني السكنية ليس أمراً مستحدثاً<sup>[٤]</sup>.

لذلك نجد أنه يمكن تجنب الكثير من المشاكل بالعمل الدقيق أثناء تطور مراحل التصميم لتقليل آثار العوامل المناخية المزعجة، فنجد أن الظروف المناخية غير المرغوبة تتباين بشدة من منطقة لأخرى ومن بلد لآخر، فكل منطقة لها ظروفها المناخية الخاصة التي يجب أن تؤخذ كأساس لاستراتيجيات التصميم في كل حالة على حدة، حيث تلعب الوقاية من الشمس والحرارة دوراً هاماً في المناطق التي يرتفع بها الفارق بين درجة الحرارة أثناء النهار ونظيرتها في الليل.

### ١-٢-١- المعالجات المعمارية للمباني السكنية في مناخ المناطق الحارة الجافة الصحراوية:

يعتبر تكامل الفراغات وتداخلها من أهم القيم التخطيطية والتصميمية للعمارة في المناطق الحارة وخاصة في المباني السكنية، وتتجلى أهم الخصائص المعمارية في المناطق الحارة الجافة في ما يلي:

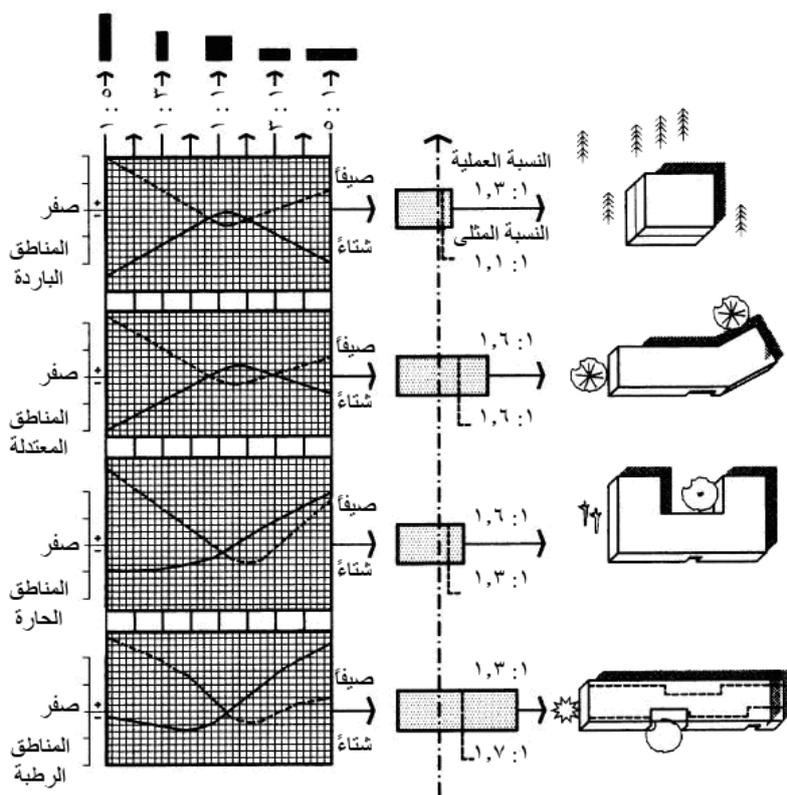
[١] ليلي رفعت سليم: البيئة واستراتيجية التنمية العمرانية للمدن العربية الصحراوية، وزارة الإسكان والمرافق المجتمعات العمرانية، ٢٠٠٨، ص ٤.

[2] Salwa Abdel Moneim El-Ginidy: The Effect of Building Envelope Design On Energy Conservation, Ms.c. thesis, Cairo University, Egypt, 2010, pp. 224:230.

[٣] عبد المنطلب محمد على: العمارة التلقائية بجنوب الوادي (بين النظرية والتطبيق لعمارة الصحراء)، بين النظرية والتطبيق لعمارة الصحراء، مطبعة الصفاء والمروة للطباعة والنشر، أسيوط، ٢٠٠٤، ص ٤٩.

[4] Gulden Manioglu, Zerrin Yilmaz: A Comparative Evaluation of the Importance of Thermal Mass of Traditional Architecture in Hot and Dry Region in Turkey, Energy and Buildings, www. Science Direct.Com, V(41), 2009, pp. 221.





شكل (١-٢٨): الشكل الأنسب للمباني في البيئات المختلفة [١].

### ب- توجيه المبني:

يرى Konya [٢] أن توجيه المباني يتوقف على العوامل المناخية كالإشعاع الشمسي والرياح ودرجة الحرارة وكذلك يتوقف على توفير المطلات الجيدة، وبذلك فإن توجيه المبني يتأثر بكمية الإشعاع الشمسي الساقط على واجهاته المختلفة وفي الأوقات المختلفة من العام، وفي المناطق ذات المناخ الحار الجاف يكون من الضروري توفير الحماية من الإشعاع الشمسي وبخاصة في الفترات ذات الحرارة الزائدة، والتوجيه الأفضل هو الذي يقلل الإشعاع إلى أدنى حد ممكن في الفترات الحارة، مع توفير الإشعاع الشمسي في الفترات الباردة [٣].

هناك اختلاف كبير بين كثافة الإشعاع الشمسي الساقط على الأسطح ذات التوجيهات المختلفة، وبذلك فإنه يلاحظ أن الطاقة الحرارية للإشعاع الشمسي المؤثرة على المسكن تتغير بتغير توجيه الأسطح الخارجية للمسكن حتى لو كان في نفس المنطقة الجغرافية، كذلك تختلف كمية الإشعاع المباشر الساقط على المتر المربع في الساعة خلال العام لعدة توجيهات مختلفة [٤].

وعلى هذا يفضل أن يأخذ محور المبني الطولي الاتجاه شرق غرب أي الواجهة الطولية هي الشمالية، وبذلك تسقط أشعة الشمس على واجهة واحدة طولية هي الجنوب، ويلاحظ أنه في هذه الحالة الجزء الشمالي يأخذ أقل كمية من الحرارة، كما تأخذ الواجهة الجنوبية أكبر كمية من الحرارة - شكل (١-٢٩) [٥].

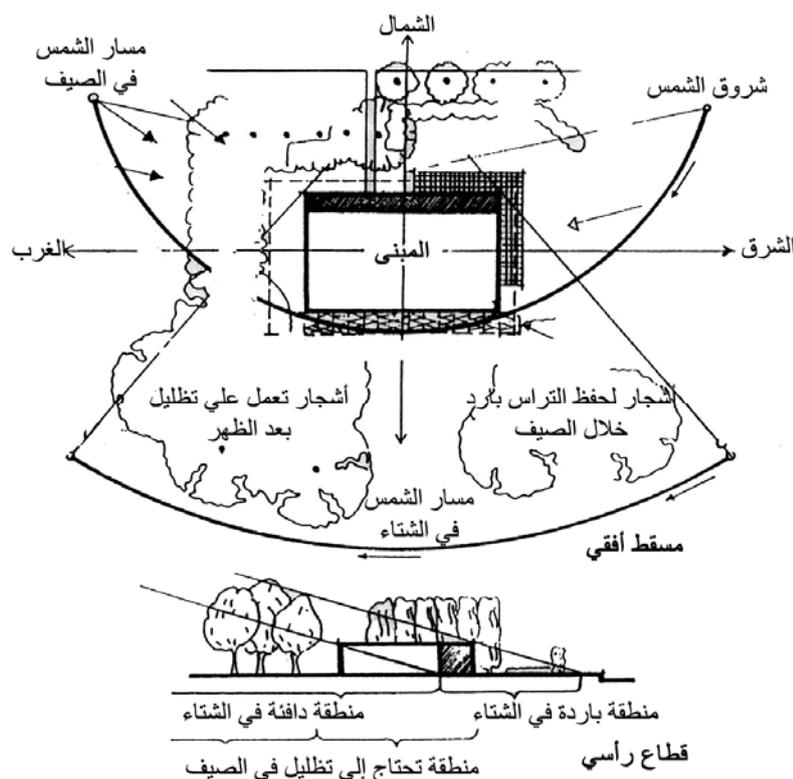
[1] Olgyay V.: **Design with Climate**, Op Cit., pp. 33:34.

[2] Konya, A.: **Design primer for hot climates**, Op Cit., pp.37.

[3] Salwa Abdel Moneim El-Ginidy: **The Effect of Building Envelope Design On Energy Conservation**, Op Cit., pp. 224:230.

[٤] عبد الرحيم بن حسن الشهري: **تكنولوجيا البناء ودورها في تحقيق الراحة الحرارية داخل الفراغات المعمارية**، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠٠٨، ص ٨٩.

[٥] عبد المسيح يوسف عشي: **المعايير التصميمية للأفنية الداخلية في العمارة العربية**، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ١٩٩٩، ص ١٢٧.



شكل (١-٢٩): توجيه المبنى وكيفية حمايته من الشمس في الصيف باستعمال وسائل طبيعية [١].

#### • تأثير التوجيه بالنسبة للإشعاع الشمسي:

يقصد بتوجيه المبنى هو وضع واجهته بحيث يأخذ المحور العمودي عليها الاتجاه المطلوب. ويعتمد اختيار التوجيه على عدة عوامل وهي كما يلي [٢]:

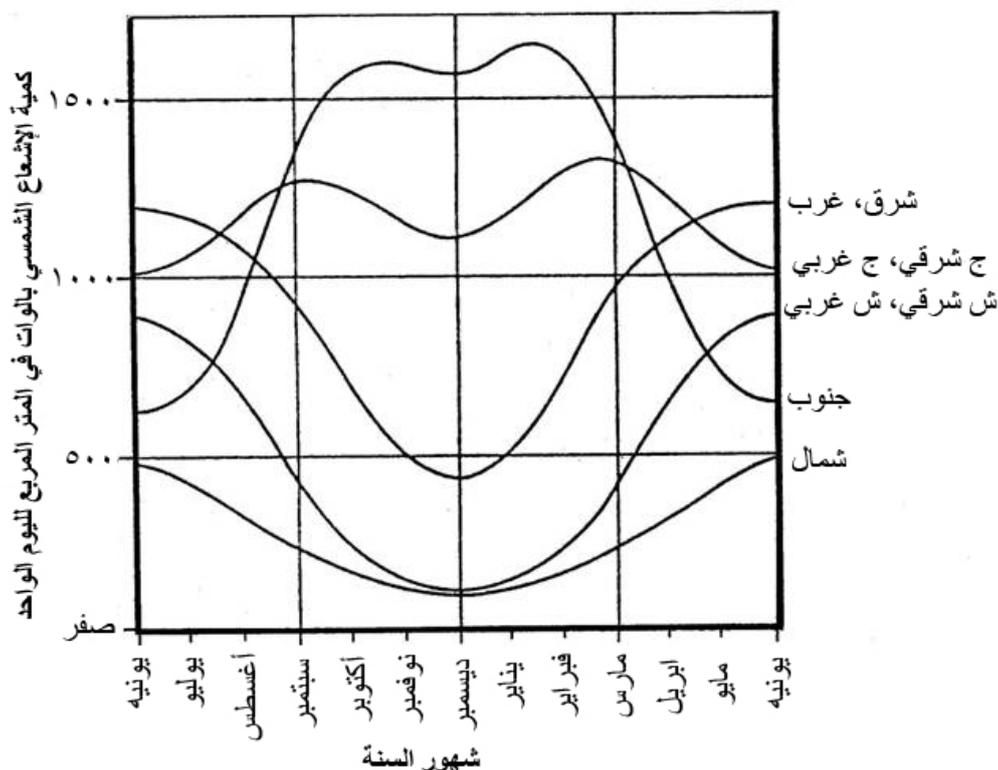
- المطل.
  - طبوغرافية الموقع.
  - الضوضاء.
  - الخصوصية.
  - بعض العناصر المناخية مثل (الإشعاع الشمسي - الرياح).
- فتختلف كميات الإشعاع الشمسي الساقطة على واجهة المبنى باختلاف توجيهه ومن خلال الشكل رقم (١-٣٠) يمكن ملاحظة ما يلي:
- يكتسب اتجاه الجنوب أعلى شدة إشعاع في الفترة الباردة ( فصل الشتاء) وأقل إشعاع في الفترة الحارة (فصل الصيف) وتستقبل الواجهة الشمالية أقل كمية إشعاع علي الإطلاق.
  - أسوأ توجيه هو اتجاه الشرق أو الغرب حيث أن كل منهما يعمل علي اكتساب أعلى شدة إشعاع في الفترة الحارة وأقل إشعاع في الفترة الباردة.

إن التوجيه الأمثل يعمل علي تقليل كمية الإشعاع إلى أقل ما يمكن أثناء فترات الحرارة الزائدة في السنة بينما يسمح في نفس الوقت بأكبر كمية إشعاع تدخل فراغات المباني أثناء الفترة الباردة [٣].

[١] أحمد هلال محمد: دراسة تحليلية عن تأثير العوامل البيئية على تصميم المسكن في المدينة المصرية المعاصرة، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ١٩٨٨، ص ٧.

[٢] عبد المنطلب محمد على: العمارة التلقائية بجنوب الوادي (بين النظرية والتطبيق لعمار الصحراء)، (مرجع سابق)، ص ٥٦.

[3] Konya, A.: Design primer for hot climates, Op Cit., pp. 37.



شكل (١-٣٠): قيم كمية الإشعاع الشمسي الساقط علي الواجهات الرأسية مختلفة التوجيه وذلك علي مدار السنة، عند خط عرض ٢٧ شمالاً<sup>[١]</sup>.

### ٢-١-٢-١- معالجة عناصر المبني:

وجد أنه لو أخذ في الاعتبار التوافق والتلاؤم بين العوامل المناخية وبين عناصر المبني وكذلك لو استعملت الأساليب المختلفة للتلاؤم مع المناخ، فعندئذ يمكن تقليل الحرارة داخل المباني عن خارجه، فعند الأخذ في الاعتبار أن درجة الحرارة المريحة للإنسان داخل المبني تكون ٢٥°م، وعندما تكون درجة الحرارة في الخارج أكبر من ٣٤°م يبدأ شعور الإنسان بعدم الراحة<sup>[٢]</sup>، وللوصول إلى أحسن كفاءة حرارية داخل المبني يجب الأخذ في الاعتبار ملائمة جميع عناصر المبني للبيئة المحيطة وفيما يلي عرض لعناصر المبني الملائمة للإقليم الحار الجاف الصحراوي.

#### أ- استخدام الأفنية الداخلية:

هي عبارة عن ذلك الفراغ المفتوح إلى السماء أو شبه المفتوح الذي تشكله حوائط مستمرة أو شبه مستمرة، إما أن تكون من جهاته الأربعة في حالة الشكل الرباعي أو أكثر في حالة الشكل المتعدد الأضلاع أو من ثلاث جهات ليمثل فناء مفتوح إلى السماء وإلى الشارع، وتطل على الفناء الداخلي عناصر المبني الأخرى وهو مفتوح للهواء الخارجي من أعلى ويمكن أن يوجد في المنزل الواحد أكثر من فناء تتصل مع بعضها البعض عبر ممرات أو من خلال بعض الغرف<sup>[٣]</sup>.

[1] Shick, W.L.: Effects of building orientation on energy savings, Small homes council- Building Research Council, University of Illinois, Champaign, 2009.

[٢] نيفين يوسف عزمي يوسف: الإشعاع الشمسي والنسيج العمراني (مدخل لتشكيل طرق متوافقة مع الإشعاع الشمسي)، (مرجع سابق)، ص ٤٧٦:٤٩٢.

[٣] دراف العابدي: أثر العوامل المناخية على استهلاك الطاقة بالأحياء السكنية الجماعية في المناطق الجافة: دراسة حالة مدينة بوسعادة، (مرجع سابق)، ص ٦٥.

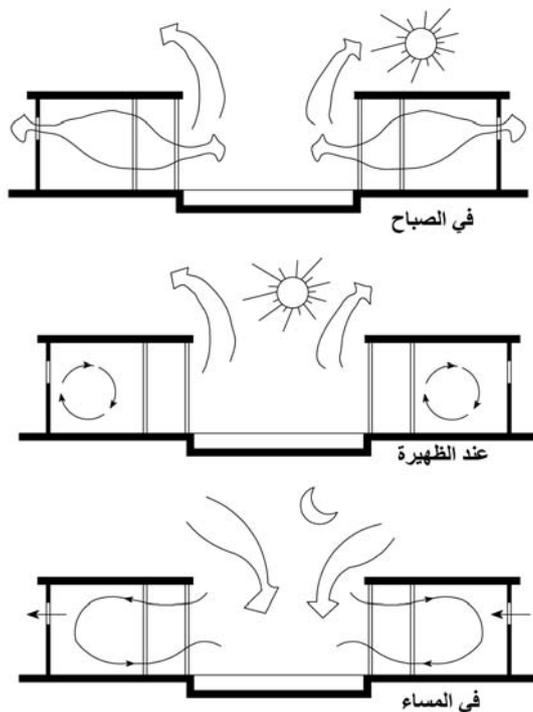
نلاحظ في الشكل رقم (١-٣١)، أن عملية التبادل الحراري تتم في ثلاث فترات زمنية خلال اليوم، وترتبط بفترة السطوع الشمسي وشدة الإشعاع الساقط على العناصر البنائية، وهذه الفترات هي [١]:

- فترة الصباح وهي تتمثل في الفترة من الساعة ٦ صباحاً حتى الساعة ٢ ظهراً.
- فترة الظهر وهي تتمثل في الفترة من الساعة ٢ ظهراً حتى الساعة ٦ مساءً.
- فترة المساء وهي تتمثل في الفترة من الساعة ٦ مساءً حتى الساعة ٦ صباحاً.

خلال الفترة الصباحية ترتفع درجة حرارة سطح وجدران الفناء وذلك باستخدام كميات من الإشعاع الشمسي المباشر والمبعثر مما يساعد على ارتفاع درجة حرارة أسطح العناصر البنائية مما يسبب ارتفاع درجة حرارة الهواء الداخلي للفضاءات المحيطة بالفناء بالنسبة للطابق الأول، أما بالنسبة للطابق الأرضي فالتظليل الذي توفره الطوابق العليا بالإضافة إلى سمك الجدران والاستفادة من ظاهرة التأخر الزمني [٢].

تحافظ ظاهرة التأخر الزمني في الفناء على درجة حرارة الفضاءات المحيطة بالفناء في الطابق الأرضي باردة نسبياً ويبقى الفناء بارداً لعدم تعرضه لأي إشعاع شمسي مباشر [٣]. فعند ارتفاع الشمس ظهراً فإن جزء كبير من أرضية الفناء وواجهته تتعرض لإشعاع شمسي مباشر فتسخن هذه الأسطح مما ينتج عنها تيارات هواء ساخن تعتمد على الفرق في درجات حرارة الطبقات الهوائية بارتفاعات مختلفة في الفناء، يرتفع الهواء الحار إلى الأعلى ويحدث فرق في الضغط ينتج عنه سحب لتيارات الهواء البارد.

أما في الفترة المسائية يتم التبادل الحراري بين فناء الدار وبقية الفضاءات بتأثير التيارات الهوائية الناتجة من تأثير الفرق بين درجة حرارة الأسطح المجاورة والهواء القريب منها، فيجتمع الهواء البارد أثناء ساعات الليل في الفناء وهذا يؤدي إلى الحفاظ على درجة منخفضة خلال فترة النهار وبصفة خاصة في الفترة الأولى من النهار.



شكل (١-٣١): التهوية المستمرة خلال الفناء الداخلي [٤].

[1] Nasibeh Sadafi, Elias Salleh, Lim Chin Haw and Zaky Jaafar: **Potential Thermal Impacts of Internal Courtyard in Terrace Houses: A Case Study in Tropical Climate**, Journal of Applied Sciences, Vol. (15), 2008, pp. 2770:2775.

[٢] عبد المسيح يوسف عشي: **المعايير التصميمية للأفنية الداخلية في العمارة العربية**، (مرجع سابق)، ص ١٢٧.

[٣] إيمان محمد عيد عطية: **أساليب التصميم المعماري في المجتمعات الصحراوية**، (مرجع سابق)، ص ٣٧.

[4] Konya, A.: **Design primer for hot climates**, Op Cit., pp.54.

مما لا شك فيه أن وجود الفناء داخل المبنى يحسن من البيئة المناخية الداخلية للفراغات المطلة عليه، حيث عديد من الباحثين مثل [١]:

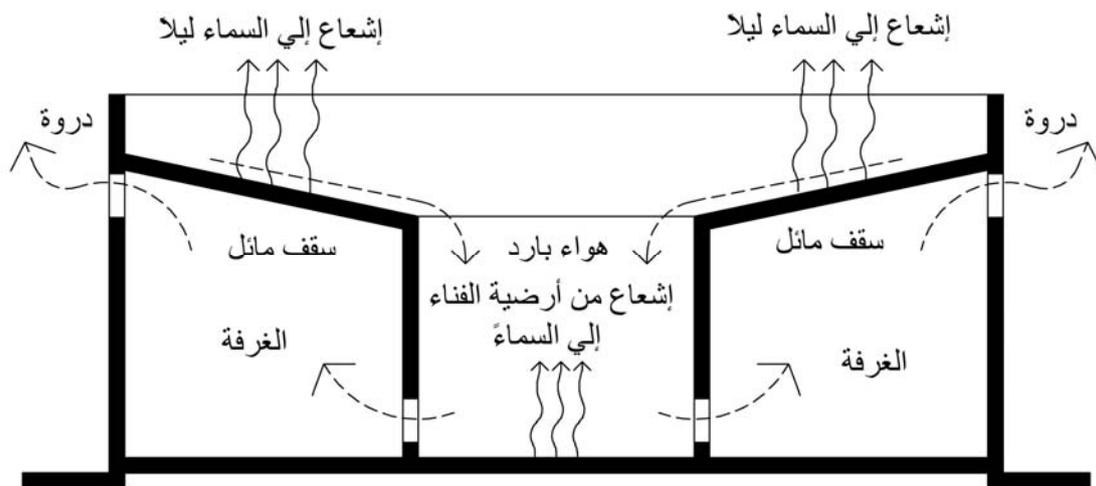
Dunham [٢]. Fathy [٤]. Givoni [٥]. Konya [٦]. Lippsmeier [٧]. Olgay [٨]. and Saini

توصلوا إلى خلاصة وهي:

يعتبر المبنى ذو الفناء أفضل المباني استخداماً في المناطق الحارة الجافة الصحراوية

إن وجود الفناء وحوله عناصر المبنى من غرف وخلافه له الأثر الإيجابي من الناحية المناخية، حيث تصبح أجزاء كبيرة من الفناء مظلمة أثناء ساعات النهار مؤدياً ذلك إلى تقليل الضغوط الحرارية على الغرف المطلة عليه أثناء الفترات الحرجة من النهار.

أوضحت بعض الدراسات [٩] أنه في حالة الأفنية والتي تزيد مساحتها عن ١٨ متر مربع يلزم استخدام وسائل تظليل علوية لتحسين الأداء الحراري لها، كما يفضل وجود دروة علوية خارجية للأسطح المجاورة للفناء لمنع تسخين طبقة الهواء الموجودة أعلي هذه الأسطح المجاورة للفناء بطبقات الهواء الخارجية الدافئة. كما ينصح بعمل ميلول بهذه الأسقف جهة الفناء لتسهيل نزول الهواء البارد ليلاً داخل فراغ الفناء، كما هو موضح بالشكل رقم (٣٢-١).



شكل (٣٢-١): معالجة الأفنية التي تزيد مساحتها عن ١٨ متر مربع [٩].

- [1] عبد المنطلب محمد على: العمارة التلقائية بجنوب الوادي (بين النظرية والتطبيق لعمار الصحراء)، (مرجع سابق)، ص ٥٦.
- [2] Dunham, D.D.: The Courtyard houses as a temperature regulator, New Scientist, Vol. 8, September, 1960.
- [3] Fathy, H.: Natural energy and vernacular architecture - principles and examples with reference to hot arid climates, The university of Chicago press, Ltd: London, 1986.
- [4] Fathy, H.: Architecture for the poor, An experiment in Rular Egypt, The American university in Cairo Press, 1989.
- [5] Givoni, B.: Urban design for hot humid and hot dry regions, Architecture and Urban Space: proceeding of the ninth International PLEA conference - Seville - Spain, 1991.
- [6] Konya, A.: Design primer for hot climates, Op Cit., pp. 35.
- [7] Lippsmeier, G.: Building in the tropics, callwey: Munchen, 1980.
- [8] Olgay, V.: Design with climate, Op Cit., 1963.
- [٩] نجوى إبراهيم محمود، هاله موسى تفاحة: دور تكنولوجيا البناء التي تحقق الراحة الإنسانية في ضوء المعطيات البيئية، المؤتمر المعماري الدولي الخامس، العمران والبيئة (الفكر والتطبيق)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ٢٠-٢٢ أبريل ٢٠٠٣، ص ١٧:٢٠.

### • ترطيب أرضيات الفناء :

يمكن خفض درجة حرارة التبليطات في بعض أجزاء أرضية الفناء وذلك برش هذه التبليطات أثناء ساعات الذروة الحرارية بالنهار مما يساعد علي خفض درجة حرارة الهواء بالفناء وزيادة كمية الرطوبة به<sup>[١]</sup>.

### • تأثير الأبعاد الهندسية علي تظليل الفناء الداخلي:

يعتبر ارتفاع حوائط الفناء هو أهم عامل مؤثر علي دخول الإشعاع الشمسي للفناء، فعلي سبيل المثال فإن زيادة ارتفاع حوائط أي فناء من دور واحد إلي دورين سوف يؤخر دخول الشمس بحوالي ساعتين أو ثلاث للفناء عن ذي قبل، وبصفة عامة فإنه يوصي بعدم زيادة أبعاد الفناء في المسقط الأفقي عن ارتفاع حوائطه<sup>[٢]</sup>، ويمكن القول بأن المتغيرات الهندسية للفناء تنحصر في أبعاده الهندسية وكذلك حجمه فالإبعاد الهندسية يمكن تحديدها في ثلاثة متغيرات أساسية هي<sup>[٣]</sup>:

- **عمق الفناء:** وهي عبارة عن النسبة ما بين محيط الفناء والارتفاع، ويعتبر الفناء عميقاً إذا قلت هذه النسبة عن (٣).

- **استطالة الفناء:** وهي عبارة عن النسبة ما بين عرض وطول الفناء.

- **الانفتاح علي السماء:** وهي عبارة عن النسبة ما بين المساحة العلوية من الفناء ومساحة أرضية الفناء، وهي تساوي (١) في عدم وجود بروزات بالمساحة العلوية من الفناء. وقد أوضح أحد الباحثين أن تغيير نسب الأبعاد الهندسية تؤثر علي كميات الإشعاع الشمسي المستقبلية بالفناء خاصة في فصل الشتاء، أما صيفاً فإنه كلما أبتعد شكل المسقط الأفقي للفناء عن المربع فإن كميات الإشعاع الشمسي المستقبلية تقل<sup>[٤]</sup>.

ويتم تعريف درجة احتواء الفناء علي أنها النسبة بين مجموع مساحات الحوائط المحددة للفناء إلي مساحة أرضية الفناء، أما في حالة وجود بروزات علوية بحوائط الفناء فيتم استخدام المساحة العلوية للفناء بدلاً من مساحة أرضية الفناء لمعرفة درجة الاحتواء.

### ب- الحوائط الخارجية للمبني:

تتعرض الحوائط الخارجية في الإقليم الحار الجاف الصحراوي لإشعاع شمسي حاد وقوي، ولكن يختلف شدته تبعاً لاختلاف حركة مسار الشمس في قبة السماء خلال ساعات النهار في اليوم الواحد وأيضاً خلال العام، هذا بالإضافة إلي أن شدة الإشعاع الشمسي الساقطة علي تلك الحوائط تختلف باختلاف التوجيه حيث أن الحوائط الشمالية تستقبل إشعاع شمسي يختلف شدته وتوقيته بالنسبة لساعات اليوم وشهور العام عما تستقبله الواجهة الغربية أو الجنوبية<sup>[٥]</sup>.

### • السعة الحرارية لمواد البناء:

هناك تبادل مستمر للحرارة بين أي منشأ والبيئة المناخية المحيطة وهذا التبادل الحراري بينهما يتم عن طريق الإشعاع والحمل والانتقال والتوصيل – شكل (١-٣٣) - وكمية الحرارة المتبادلة بين المنشأ والبيئة المناخية لمحيطه تعتمد بشكل أساسي علي طبيعة مواد البناء ومكونات عناصر المنشأ من أسقف وحوائط وأرضيات<sup>[٦]</sup>.

[١] يحيى حسن وزيرى: **تطبيقات علي عمارة البيئة - التصميم الشمسي للفناء الداخلي (دراسات علي القاهرة وتوشكى)**، الطبعة الأولى، مكتبة مديولي، القاهرة، ٢٠٠٢، ص ٣٣.

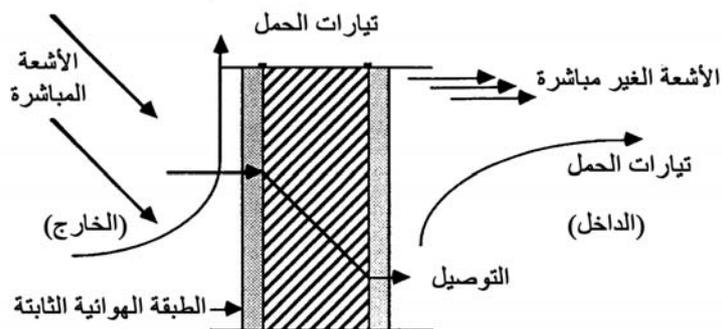
[٢] إيمان محمد عيد عطية: **أساليب التصميم المعماري في المجتمعات الصحراوية**، (مرجع سابق)، ص ٣٤.

[٣] أحمد حمدي صادق: **تأثير العوامل المناخية في المناطق الصحراوية علي التشكيل المعماري للمسكن الإسلامي وأير ذلك علي تشكيل المسكن الصحراوي المعاصر في شمال إفريقيا**، (مرجع سابق)، ص ٧٨.

[4] A-Mohsen, M. A.: **The Thermal Performance of Courtyard houses – A study of the relationship between built form and solar radiation in the climate of Egypt**, Ph. D. Thesis, Dep. Of Architecture, Univ. of Edinburgh, Edinburgh, 1987.

[٥] محي الدين سلقيني: **العمارة البيئية**، دار قابس للطباعة والنشر، سورية.

[٦] شريف كمال دسوقي (دكتور) & وآخرون: **العمران في توشكى - مدخل لتطوير عملية البناء**، المؤتمر المعماري الدولي الرابع، العمارة والعمران علي مشارف الألفية الثالثة، جامعة أسيوط، كلية الهندسة، قسم العمارة، ٢٨ - ٣٠ مارس ٢٠٠٠.



شكل (١-٣٣): التبادل الحراري بين البيئة الخارجية والفراغات الداخلية من خلال الحوائط [١].

ففي الفترة الحارة من اليوم تدفق الحرارة من البيئة المناخية المحيطة عبر عناصر المنشأ إلى الفراغات الداخلية للمنشأ حيث تختزن إما بالفراغات الداخلية وإما داخل عناصر المنشأ نفسها، وعندما تحل الفترة الباردة من اليوم أثناء الليل تتدفق هذه الحرارة المخزنة إلى الخارج مرة أخرى عبر عناصر المنشأ وهكذا، وهذه قاعدة أساسية هامة لتفهم المشاكل الحرارية، [١] ويوضح الجدول (٦-١) أنواع مواد البناء المختلفة وزمن انتقال الحرارة خلالها إلى الفراغات الداخلية للمبنى.

جدول (٦-١) العلاقة بين سمك مادة البناء وزمن انتقال الحرارة خلالها [٢].

مادة البناء	السمك بالسنتمتر	زمن انتقال الحرارة بالثانية	مادة البناء	السمك بالسنتمتر	زمن انتقال الحرارة بالثانية
الحجر	٢٠	٥٠,٥	الطوب الأحمر	١٠	٢,٣٠
الحجر	٣٠	٨,٠٠	الطوب الأحمر	٢٠	٥,٥٠
الحجر	٤٠	١٠,٥٠	الطوب الأحمر	٣٠	٨,٥٠
الحجر	٦٠	١٥,٥	الطوب الأحمر	٤٠	١٢
خرسانة مصمتة	٥	١٠,١	الخشب	١,٥٠	٠,١٧
خرسانة مصمتة	١٠	٢,٥٠	الخشب	٢,٥٠	٠,٤٥
خرسانة مصمتة	١٥	٣,٨٠	الخشب	٥	١,٣٠
خرسانة مصمتة	٢٠	٥,١٠	ألواح العزل الحراري	١٥	٠,٠٨
خرسانة مصمتة	٣٠	٧,٠,٨	ألواح العزل الحراري	٥	٠,٧٧
خرسانة مصمتة	٤٠	١٠,٢٠	ألواح العزل الحراري	١٥	٥,٠٠

[١] محمد حازم محمد سعيد القويضي: البيئة المناخية وأثرها على العمارة والتخطيط العمراني بالمدن المصرية الجديدة، (مرجع سابق)، ص ١٣٣.

[٢] أحمد عبد الحليم: تطور المسكن العربي بالسودان، بحث ماجستير، جامعة الإسكندرية، ١٩٨٢، ص ١٢٢.

إن أحد الأهداف الرئيسية من استعمال الحوائط السميكة هو تأخير وصول الذروة الحرارية إلى داخل الفراغ، حيث تسقط أشعة الشمس على السطح الخارجي وتبدأ حرارته في الارتفاع ومن ثم تبدأ في التدفق إلى الداخل، فإذا كان الحائط أو السقف سميكاً وسعته الحرارية عالية يتأخر وصول الذروة الحرارية إلى الداخل، وعندما تغرب الشمس تنخفض درجة حرارة الفضاء الخارجي وتنخفض درجة حرارة السطح الخارجي للحائط تدريجياً نتيجة للتبادل الحراري بواسطة تيارات الحمل والإشعاع غير المباشر وعندما تصل درجة حرارة السطح الخارجي إلى مستوى أقل من درجة حرارة السطح الداخلي ينعكس مسار تدفق الحرارة ليصير من الداخل إلى الخارج.

وهذا يعني أن أكثر فترة باردة بالليل يكون مفعولها في الفراغ الداخلي عند منتصف النهار، وبالتالي تقوم الأجزاء الباردة من غلاف المبنى كالأسقف والحوائط الخارجية بامتصاص الحرارة من القواطع الداخلية والأثاث، ونتيجة لذلك يستطيع الإنسان التخلص من الحرارة الفائضة إلى الأسطح الباردة بواسطة الأشعة ذات الموجات الطويلة، ولا بد من معالجة الفتحات والنوافذ الخارجية وتوفير الحماية الكاملة لها من أشعة الشمس خاصة أثناء فصل الصيف الحار ويفضل استعمال الألوان الفاتحة بالنسبة للأسطح الخارجية لغلاف المبنى لكي يساعد على انعكاس أكبر قدر من أشعة الشمس، وبالتالي يؤدي إلى انخفاض الحرارة التي يمتصها السطح من أشعة الشمس المباشرة [1].

#### • خواص مواد البناء في المناطق الحارة الجافة:

استخدمت مواد البناء التي تساعد على حفظ الحرارة ومنع تأثير أشعة الشمس والعزل الحراري كالطوب اللبن (الذي يندر استخدامه في المناطق الممطرة) [2].

ويعتبر الطوب اللبن أفضل مادة طبيعية يمكنها توفير العزل الحراري للمبنى، لذلك استعمل على نطاق واسع في حضارات بلاد الرافدين ومصر واستعمله الرومان وشعوب الشرق الأوسط، وكان أول المباني الإسلامية التي أقيمت بالطوب اللبن المسجد النبوي بالمدينة المنورة كما أقيمت المنازل في مكة والمدينة من الطوب اللبن وغطيت بالقباب، أما الأجر وهو الطوب الأحمر فقد استخدم في مصر والعراق وإيران وبلاد المغرب العربي [3].

وفي حالة بناءه بسمك كبير فإنه يساعد على توفير عزل حراري جيد للفراغات الداخلية للمباني، وقد استخدم الحجر في إنشاء العمارة الإسلامية حيث يوفر عزلاً حرارياً جيداً للفراغات، كما استخدم الحجر الجيري ليساعد على احتفاظ الفراغات الداخلية بهوائها البارد معظم ساعات النهار أثناء ارتفاع درجة حرارة الهواء بالخارج، أما الأدوار العليا فنظراً لقلّة سمك جدرانها ودفء الهواء بها مساء فيتم تنفيذ مشربيات وشبابيك وفتحات بالأسقف لتزويد هذه الأدوار بالهواء البارد ليلاً [4].

استخدم الخشب في عمل الأسقف المستوية والقباب، وانتشر استخدامه لأنه عازل جيد للحرارة خاصة في الأسقف بالمناطق الحارة. كما استعمل كمادة مساعدة في بناء الحوائط حتى إذا ما ظهر تصدع بالجدران لا يؤثر ذلك على باقي الجدران أو الأسقف [5].

يوضح شكل رقم (١-٣٤) و(١-٣٥)، تأثير تغيير سمك الحوائط الخارجية للمبنى على درجات الحرارة الداخلية للمبنى في كل من الفترة الحارة والباردة من السنة وذلك مع اختلاف نوع مادة الحوائط،

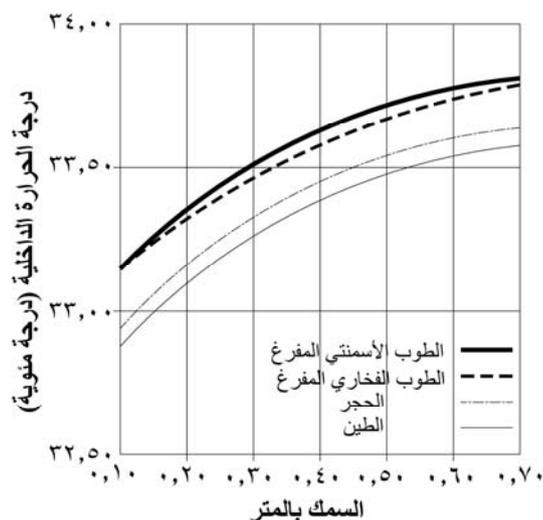
[1] Peter St Clair: **Low-Energy Design In The United Arab Emirates**, BEDP Environment Design Guide, 2009, pp. 70.

[2] سعيد عبد الرحيم بن عوف: **العزل الحراري في المباني**، مجلة المهندس، العدد الثاني، الرياض، ١٩٨٧، ص ٨.  
[3] دراف العابدي: **أثر العوامل المناخية على استهلاك الطاقة بالأحياء السكنية الجماعية في المناطق الجافة: دراسة حالة مدينة بوسعادة**، (مرجع سابق)، ص ٧٢.

[4] Eben Salah, M.A: **'Thermal insolation of buildings in a newly built environment of a hot dry climate, the Saudi Arabian experience'**, International Journal of Ambient Energy, 1990, Vol. 11, pp. 157-168.

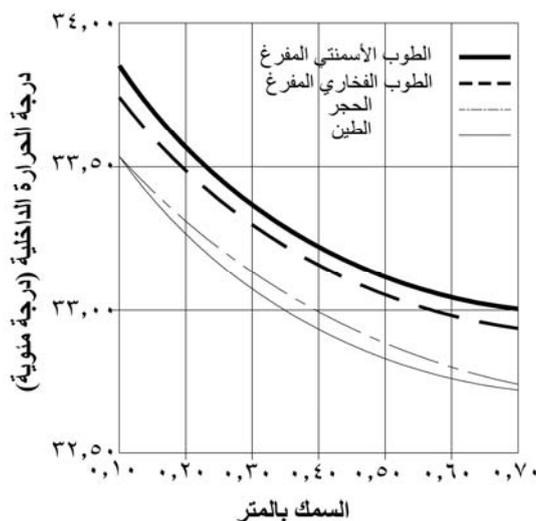
[5] Ahmad, I., E. Khetrish and S.M. Abughres: **Thermal analysis of the architecture of old and new houses at Ghadames**, Building and Environment, www.sciencedirect.com, pp. 39-42

ويتناول الشكل أسماك مختلفة للحوائط (١٠، ٢٠، ٣٠، ٤٠، ٥٠، ٦٠، ٧٠ سم) وأيضاً أربعة أنواع مختلفة من مواد البناء (الطين، الحجر، الطوب الفخاري المفرغ، الطوب الأسمنتي المفرغ). ففي الفترة الباردة أنه كلما زاد سمك الحائط زادت درجة الحرارة الداخلية وذلك لجميع مواد البناء ويلاحظ أيضاً أنه أعلى درجات حرارة داخلية عند جميع الأسماك المختلفة تسجلها الحوائط الطينية والحجرية، يلي ذلك في الترتيب الحوائط المكونة من الطوب الفخاري المفرغ والطوب الأسمنتي المفرغ.



شكل (٣٤-١): تأثير تغيير سمك الحوائط الخارجية للمبنى على درجات الحرارة الداخلية وذلك في الفترة الباردة من السنة [١].

أما في الفترة الحارة يلاحظ أنه كلما زاد سمك الحائط قلت درجة الحرارة الداخلية وذلك لجميع مواد البناء ومن خلال الشكل أيضاً يلاحظ أنه أقل درجات حرارة داخلية عند جميع الأسماك المختلفة تسجلها الحوائط الطينية والحجرية، يلي ذلك في الترتيب النموذج ذو الحوائط المكونة من الطوب الفخاري المفرغ والطوب الأسمنتي المفرغ.



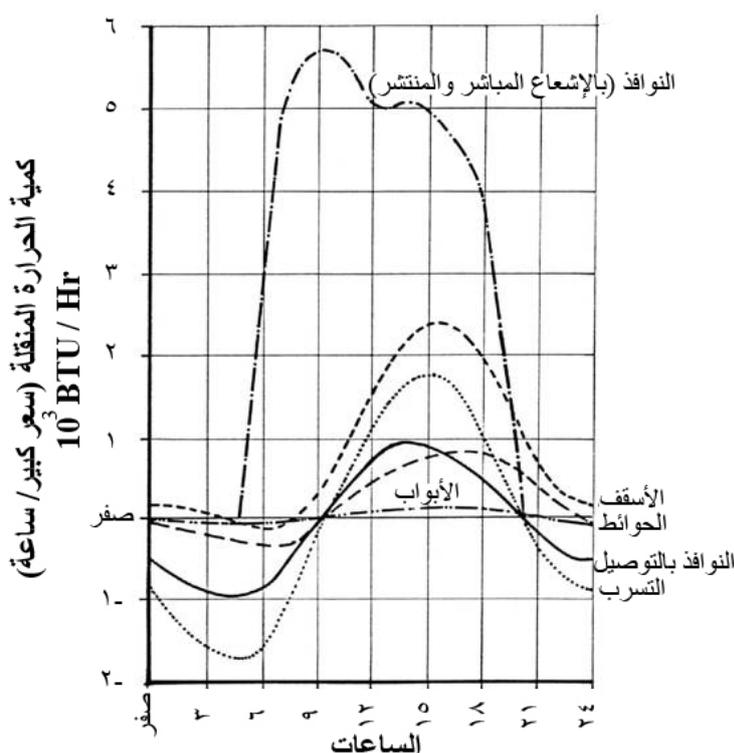
شكل (٣٥-١): تأثير تغيير سمك الحوائط الخارجية للمبنى على درجات الحرارة الداخلية وذلك في الفترة الحارة من السنة [١].

[١] عبد المنطلب محمد علي: المعالجات المناخية لواجهات مباني المناطق الصحراوية (دراسة تطبيقية على مدينة أسبوط الجديدة - الوادي الأسيوطي)، (مرجع سابق)، ص ١٠.

ومن ذلك يمكن القول بأن الحوائط الطينية والحوائط الحجرية يسجل أعلى درجات حرارة داخلياً شتاءً وأقل درجات حرارة صيفاً. أما النموذج ذو الحوائط المكونة من الطوب الأسمنتي المفرغ والطوب الفخاري المفرغ فيستقبل أعلى درجات حرارة صيفاً بالنسبة لأنواع السابقة الذكر وأقل درجات حرارة شتاءً. أما من ناحية السمك، فإنه كلما زاد السمك كلما زادت درجات الحرارة شتاءً وقلت صيفاً<sup>[١]</sup>.

### ج - فتحات المبني:

تؤدي الفتحات وظيفتين أساسيتين: الإضاءة وإدخال الهواء،<sup>[٢]</sup> ويعتمد حجم النافذة وشكلها وموضعها على الأحوال المناخية المحلية السائدة، ولكن تمثل الفتحات نقطة ضعف في الغلاف الخارجي للمبني حيث يكتسب المبني أعلى شدة إشعاع من خلال الفتحات، وبالتالي فإن معالجة الفتحات في مثل تلك الأقاليم المناخية لها دور فعال في تقليل الأحمال الحرارية داخل فراغات المبني<sup>[٣]</sup>.  
أما التهوية الداخلية فإنها ترتبط بنسبة فتحات المبني (المدخل والمخرج)، ففي المنطقة الحارة الصحراوية حيث يكون الهواء الساخن خارج المبني خلال ساعات النهار مصدراً لارتفاع درجة الحرارة الداخلية كما يكون الهواء البارد أثناء فترة الليل سبباً لانخفاضها، إلا أن هذا التراجع في درجات الحرارة الداخلية لا يتم إلا بزيادة حركة الهواء الخارجي إلى داخل المبني<sup>[٤]</sup>.  
ويتضح من الشكل (١-٣٦)، أن النوافذ هي أكثر هذه العناصر اكتساباً للإشعاع الشمسي، حيث النفاذ الحراري له يفوق أكثر من ٣٠ ضعف النفاذ الحادث من خلال الأسطح المعتمة<sup>[٥]</sup>.



شكل (١-٣٦): كميات الإشعاع الشمسي الساقطة على عناصر المبني المختلفة (المبني من منشأ خفيف ومكون من دور واحد)<sup>[٥]</sup>.

[١] نجوى إبراهيم محمود، هاله موسي تفاحة: دور تكنولوجيا البناء التي تحقق الراحة الإنسانية في ضوء المعطيات البيئية، (مرجع سابق)، ص ١٨.

[٢] صباح عبد اللطيف مشنت: العمارة والبيئة المناخية الأسس النظرية التطبيقية، (مرجع سابق)، ص ١٧٧.

[٣] عبد المنطلب محمد على: العمارة التلقائية بجنوب الوادي (بين النظرية والتطبيق لعمار الصحراء)، (مرجع سابق)، ص ٤٨.

[٤] محمد بدر الدين الخولى: المؤثرات المناخية والعمارة العربية، دار المعارف، القاهرة، ١٩٧٧، ص ١٢٣.

[5] Olgyay V.: Design with Climate, Op Cit., pp. 33:34.

وسوف نتناول هنا ثلاث نقاط في دراسة تأثير فتحات المبنى بالغللاف الخارجي وهم كالتالي:

- تأثير التهوية علي تصميم فتحات المسكن.
- الزجاج المستخدم للفتحات.
- استخدام كاسرات الشمس لفتحات المبنى.

#### • تأثير التهوية علي تصميم فتحات المسكن:

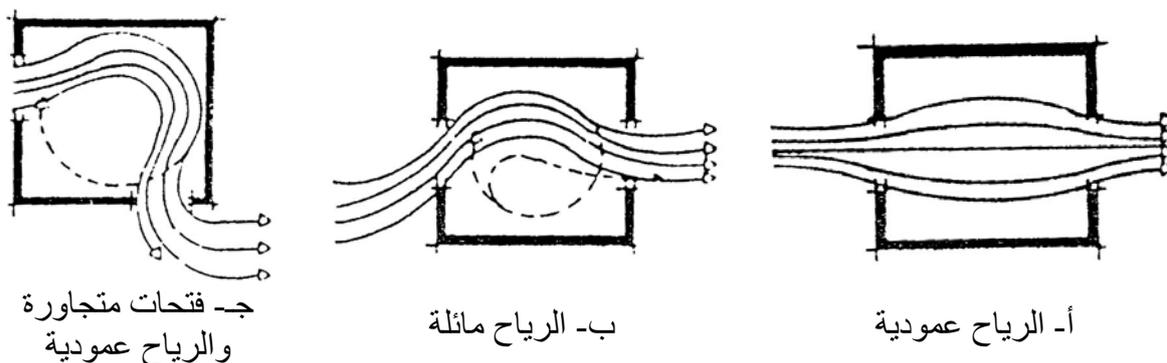
أثبتت الدراسات التي أجريت لمعرفة أحسن وضع للفتحات بالنسبة لاتجاه الرياح لتحقيق التهوية

ما يلي:

- عند وجود فتحتين في حائطين متقابلين في غرفة واحدة، عمودية على اتجاه الرياح فإن الهواء يتدفق مباشرة من هذه الفتحة المقابلة مكوناً تيار هوائي مسبباً نوعاً من الإزعاج، كما هو مبين بشكل رقم (٣٧-١) (أ) [١].
- عندما تكون الفتحتين في نفس الوضع السابق أي متقابلتين ولكن الرياح تكون مائلة على فتحة المدخل فإن معظم حجم الهواء يمر ويتحرك خلال فراغ، شكل رقم (٣٧-١) (ب).
- يمكن الحصول على تهوية جيدة أينما توضع الفتحتين في حائطين متجاورين مع تعامد اتجاه الرياح على فتحة الدخول شكل رقم (٣٧-١) (ج).

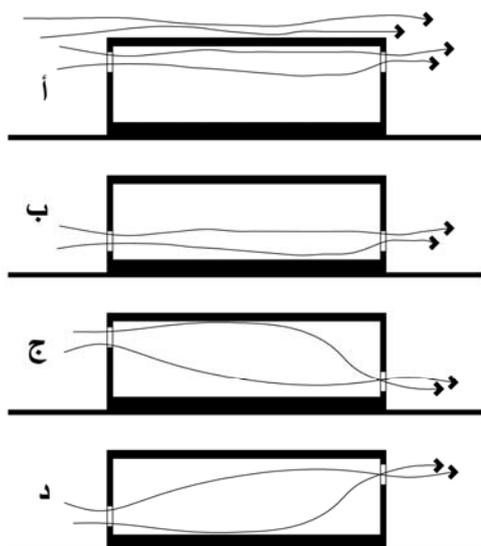
أما عن موضع الشباك بالنسبة لارتفاع الفراغ (تغيير جلسة الشبايك):

- إذا كانت فتحة دخول الهواء ومخرجها بالقرب من السقف هذا يؤدي إلى دخول الهواء وخروجه بالقرب من السقف وبالتالي يؤدي إلى عدم وجود تيارات هوائية بالقرب من جسم الإنسان ولكنها تكون مناسبة لتحريك الهواء الساخن في فصول السنة الحارة شكل رقم (٣٨-١) (أ).
- في حالة وضع المدخل والمخرج كلاهما منخفضين فإن ذلك يؤدي إلى انسياب الهواء فقط بالقرب من الأرضية بينما تكون طبقات الهواء بالقرب من السقف مازالت ساكنة، شكل رقم (٣٨-١) (ب).
- في حالة ما تكون فتحة المدخل أعلى من فتحة المخرج فإنه يمكن الحصول على تهوية جيدة ومناسبة كما هو مبين بشكل رقم (٣٨-١) (ج).
- إذا كانت فتحة المخرج أعلى من فتحة المدخل تكون التهوية غير مناسبة شكل رقم (٣٨-١) (د).



شكل (٣٧-١): التهوية ووضع الفتحات في المسقط الأفقي [١].

[١] شفق العوضي الوكيل، محمد عبد الله سراج: المناخ وعمارة المناطق الحارة، (مرجع سابق)، ص ٦٥.



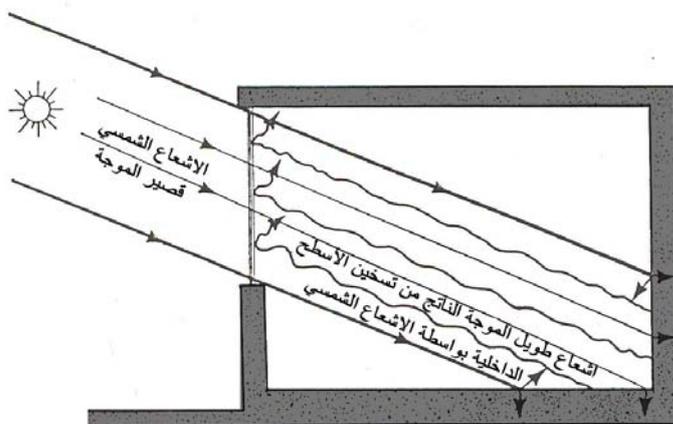
شكل (٣٨-١): تأثير تغيير جلسة الشبابيك لفتحتين متقابلتين على التهوية داخل الفراغ [١].

#### • الزجاج المستخدم للفتحات:

وسوف يتم دراسة كل من نوع وخاصية الزجاج وسمكه.

#### - نوع الزجاج:

الزجاج هو أحد محددات النافذة، حيث يمثل مشكلة أثناء التصميم الحراري للمبني، لسماحه بنفاذ الإشعاع قصير الموجة وعدم سماحه للإشعاع طويل الموجة، مما يؤدي إلي ارتفاع درجة حرارة الفراغ الداخلي وتعرف تلك الخاصية بتأثير الصوبة الزجاجية - شكل (٣٩-١).



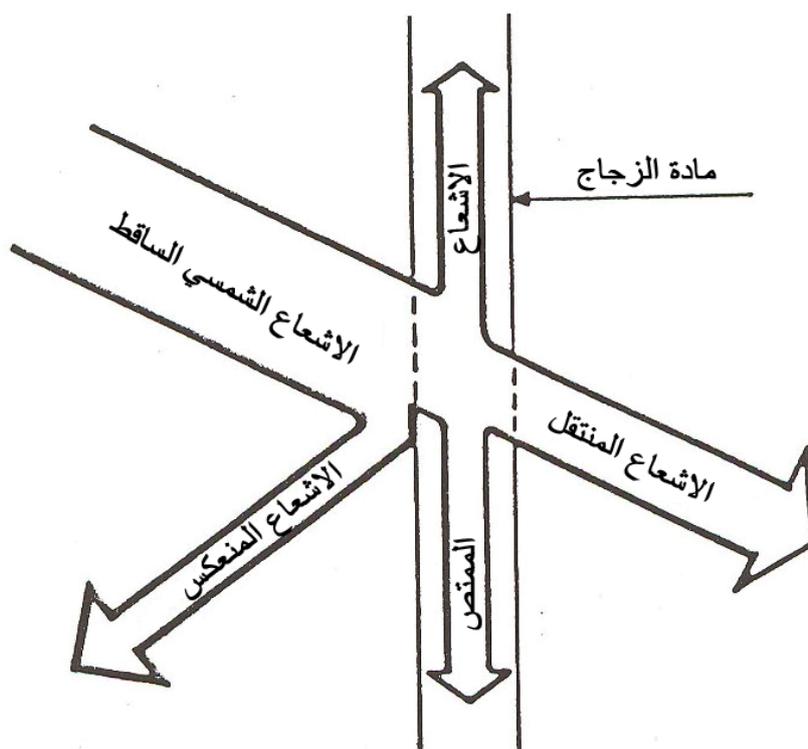
شكل (٣٩-١): انتقال الإشعاع الشمسي قصير الموجة من خلال النافذة [٢].

وعند سقوط الإشعاع الشمسي علي سطح الزجاج فإن جزء منه ينفذ داخل الفراغ ويمتص جزء آخر من خلال المادة نفسها والباقي ينعكس خارج الفراغ - شكل (٤٠-١) - ويعتمد الجزء المنعكس علي زاوية سقوط أشعة الشمس، ويكون الانعكاس في أقل درجاته عندما تكون الأشعة عمودية علي سطح الزجاج ويزداد بزيادة زاوية الميل، إما الجزء الممتص فينتقل بخاصية الحمل الحراري، والجزء المنتقل مباشرة خلال المادة يتم انتقاله بخاصية التوصيل وعادة تكون نسبته أكبر الأجزاء [٣].

[1] Koenigsberger, O.H., Ingersoll, T.g., Mayhew, A. and Szokolay, S.v.: **Manual of tropical Housing and Building Part One: Climate Design**, Op. Cit., 1975.

[2] konya,A.: **Design Primer for Hot Climates**, Op Cit., pp. 10:11.

[٣] عبد المنطلب محمد علي: **تأثير المناخ الحار على تصميم الفتحات الخارجية للمباني بصعيد مصر**، (مرجع سابق)، ص ١٠١:١٠٧.



شكل (٤٠-١): توزيع طاقة الإشعاع الساقط على سطح مادة الزجاج، حيث جزء منها ينعكس والآخر يمتص والباقي ينتقل من خلاله [١].

ومن ذلك يمكن القول بأن كمية الإشعاع المنتقلة والامتصة والمنعكسة تعتمد على:

- نوع وخواص مادة الزجاج.
- زاوية سقوط الإشعاع الشمسي على سطح الزجاج.
- سمك مادة الزجاج.

يختلف نوع الزجاج باختلاف اللون والملبس والسمك، وللزجاج أنواع عديدة منها [٢]:

- الزجاج الصافي المصقول: ويمتاز بأنه شفاف ونقي وسطحه مستوي تماماً.
- الزجاج المصقول النقي الملون: هو وسيلة من وسائل التحكم الحراري، وهو شفاف وله عدة ألوان منه الأخضر والرمادي والبرونزي.
- الزجاج المصنفر العادي: وهو نصف شفاف، ذو سطح خشن، مشتت للضوء.
- الزجاج المصنفر الملون: وهو نصف شفاف، له عدة ألوان، والألوان المستخدمة غالباً هي اللون الأزرق والأخضر.
- الزجاج المصقول المسلح بشبكة سلك: وهو شفاف به شبكة من السلك.
- الزجاج البلوري: ويوجد منه نوعان، الأول شفاف والآخر معتم ويختلف نوع الخشونة تبعاً لنوع البلورة والسمك، وله عدة ألوان.
- الزجاج الماص للحرارة: وهو عبارة عن زجاج صافي مضافاً إليه بعض المواد الكيميائية، يمتص أكبر جزء من الأشعة تحت الحمراء، ويمنع كمية من الإضاءة بدخولها فراغ المبني، ويمكن إجراء عمليات صقل معينة عليه منتجاً الزجاج الطيفي المصقول.

[1] Koenigsberger, O.H., Ingersoll, T.g., Mayhew, A. and Szokolay, S.v.: **Manual of tropical Housing and Building Part One: Climate Design**, Op. Cit, 1975.

[٢] عبد المنطلب محمد علي: **تأثير المناخ الحار على تصميم الفتحات الخارجية للمباني بصعيد مصر**، (مرجع سابق)، ص ١٠١:١٠٧.

- الزجاج الحساس للضوء: حيث يظهر أسود عندما يتعرض لشعاع الشمس ثم يسترد الشفافية مرة ثانية بعد غروب الشمس عنه، ويتراوح نفاذيته ما بين (١% - ٧٤%).
- الزجاج العاكس للحرارة: يعمل علي زيادة نسبة الإشعاع المنعكس حيث يتم طلاء سطح الزجاج الصافي بطبقة رقيقة من الذهب، ويصنع هذا النوع من الزجاج عادة علي أساس زجاج مزدوج بحيث توضع طبقة من الذهب بينهما للمحافظة عليه من الخدش، ويعتبر غالباً بالنسبة للزجاج الماص للحرارة.

ويوضح الجدول رقم (٧-١) النسبة المئوية (%) لكمية الإشعاع الشمسي المنتقلة والممتصة والمنعكسة لمعظم الأنواع السابقة.

جدول (٧-١): متوسط معامل انعكاس وامتصاص وانتقال الإشعاع الشمسي لأنواع مختلفة للزجاج، مع ملاحظة الإشعاع الساقط عمودياً علي السطح<sup>[١]، [٢]</sup>.

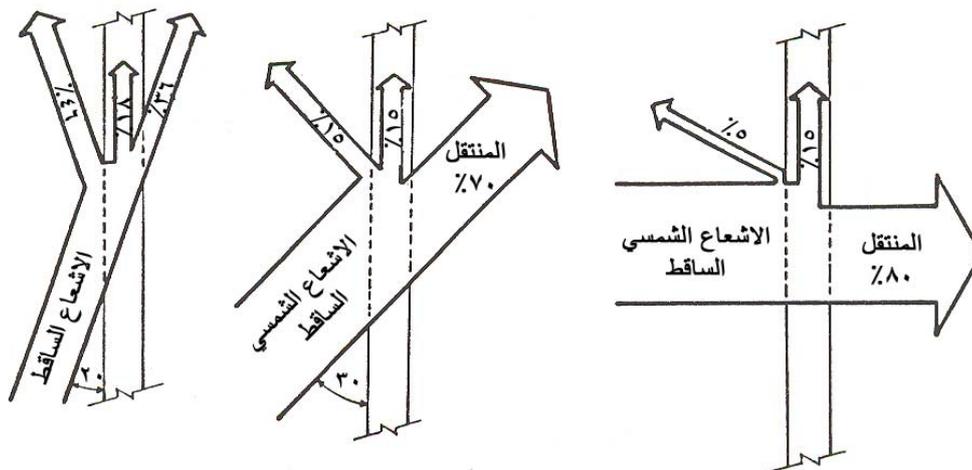
الانتقال %	الامتصاص %	الانعكاس %	نوع الزجاج
١١	٤٢	٤٧	الزجاج العاكس المغطي بطبقة عاكسة ثقيلة
٢٠	٧٤	٥	الزجاج الماص للحرارة ذو اللون الأزرق سمك ٦ مم
٢٥	٤٢	٣٣	الزجاج العاكس المغطي بطبقة عاكسة متوسطة
٣٦	٤٣	٢١	الزجاج العاكس المغطي بطبقة عاكسة خفيفة
٣٩	٥٥	٦	الزجاج الأخضر سمك ٣ مم
٤٤	٥١	٥	الزجاج الماص للحرارة ذو اللون الرمادي سمك ٦ مم
٤٤	٥١	٥	الزجاج الماص للحرارة ذو اللون البرونزي سمك ٦ مم
٤٥	٤٩	٦	الزجاج الماص للحرارة ذو اللون الأخضر سمك ٦ مم
٦٢	٣٢	٦	الزجاج الأزرق سمك ٣ مم
٦٣	٣١	٦	الزجاج الصافي المسلح بشبكة سلك سمك ٦ مم
٨٠	١٢	٨	الزجاج الصافي المصقول سمك ٦ مم
٨٥	٨	٧	الزجاج الصافي سمك ٣ مم

### - خصائص الزجاج:

يبين شكل (١-٤١) مدى تأثير تغيير زاوية السقوط علي كمية الإشعاع المنتقل فعندما تكون زاوية السقوط عمودية علي السطح فإن الطاقة المنتقلة أكبر من الطاقة الساقطة بزاوية مقدارها (٣٠ درجة) - المحصورة بين الشعاع والعمودي علي السطح- بقيمة مقدارها حوالي (١٠%) ولكن عندما تكون زاوية السقوط (٨٠ درجة) فالطاقة المنتقلة حوالي نصف الطاقة المنتقلة عند زاوية السقوط (٢٠ درجة)<sup>[٢]</sup>.

[1] konya, A.: **Design Primer for Hot Climates**, Op Cit., pp. 10:11.

[٢] \*] تختلف قيم هذه المعاملات على حسب الشركة المصنعة للزجاج وبالألوان المختلفة منه.  
[٢] عبد المنطلب محمد علي: **تأثير المناخ الحار على تصميم الفتحات الخارجية للمباني بصعيد مصر**، (مرجع سابق)، ص ١٠٧:١٠١.



شكل (١-٤١): مدي تأثير تغيير زاوية السقوط علي كمية الإشعاع المنتقل والممتص والمنعكس وذلك في حالة الزجاج الصافي ذو السمك (٢ سم) [١].

وتختلف الطاقة المنتقلة من خلال مادة الزجاج باختلاف زاوية السقوط مما يؤدي إلي اختلاف كمية الامتصاص والانعكاس، ويمكن التعامل مع كل من الطاقة المنتقلة والمنعكسة والممتصة بما يسمى بمعامل الانعكاس والانتقال والامتصاص، فإذا كانت كمية الطاقة الكلية الساقطة علي الزجاج تمثل (١٠٠%)، فإن مجموع معامل كل من الانعكاس والانتقال والامتصاص يمثل كمية الطاقة الكلية الساقطة بالنسبة المئوية.

#### - سمك الزجاج:

يختلف معامل انتقال النوع الواحد من الزجاج باختلاف السمك فمثلاً الزجاج الصافي ذو السمك (٨/١ بوصة) معامل انتقاله (٨٤%)، أما الذي سمكه (٤/١ بوصة) معامل انتقاله (٧٨%) و الذي سمكه (٨/٣ بوصة) معامل انتقاله (٧٢%) - جدول (٨-١) [٢].

جدول (٨-١): معامل انتقال الأنواع المختلفة للزجاج سواء كان مفرداً أو مزدوجاً [٣].

الانتقال %	السمك بالمليمتر	نوع الزجاج
٦٧	٢	الزجاج الصافي المفرد
٧٢	٨	
٧٨	٤	
٨٤	٨	الزجاج الماص للحرارة
٢٤	٢	
٣٣	٨	
٤٦	٤	الزجاج الصافي المزدوج
٦٤	٨	
٦١	٤	
٧١	٨	

[1] Koenigsberger, O.H., Ingersoll, T.g., Mayhew, A. and Szokolay, S.v.: **Manual of tropical Housing and Building Part One: Climate Design**, Op. Cit, 1975.

[٢] عبد المنطلب محمد علي: تأثير المناخ الحار على تصميم الفتحات الخارجية للمباني بصعيد مصر، (مرجع سابق)، ص ١٠١:١٠٧.

[3] konya,A.: **Design Primer for Hot Climates**, Op Cit., pp. 10:11.

### • استخدام كاسرات الشمس لفتحات المبنى:

الهدف الأساسي من وجود كاسرات الشمس في الفترة الحارة هو منع أشعة الشمس من السقوط على الغلاف الخارجي للمبنى أو النفاذ إلى الفراغات الداخلية عندما تكون درجة حرارة الهواء الخارجي أعلى من المعدلات المطلوبة للراحة الحرارية للإنسان، أما في الفترة الباردة لا تكون هناك ضرورة لحماية المبنى من أشعة الشمس، بل قد يكون سقوط الأشعة ونفاذها إلى الفراغات الداخلية ضرورياً من أجل المساعدة في التدفئة.

ينقسم تأثير أشعة الشمس إلى قسمين رئيسيين، القسم الأول يتمثل في تدفق الحرارة الناتجة من أشعة الشمس الساقطة على عناصر المبنى غير الشفافة كالأسقف والحوائط إلى الفراغات الداخلية، أما القسم الثاني والذي يعتبر أكثر فاعلية، يتمثل في نفاذ أشعة الشمس المباشرة إلى الفراغ الداخلي من خلال الفتحات والنوافذ والمواد الشفافة كالزجاج والبلاستيك.. الخ.

يوضح الشكل رقم (٤٢-١)، هناك ثلاث أنواع رئيسية لوسائل التظليل وهي كما يلي [١]:

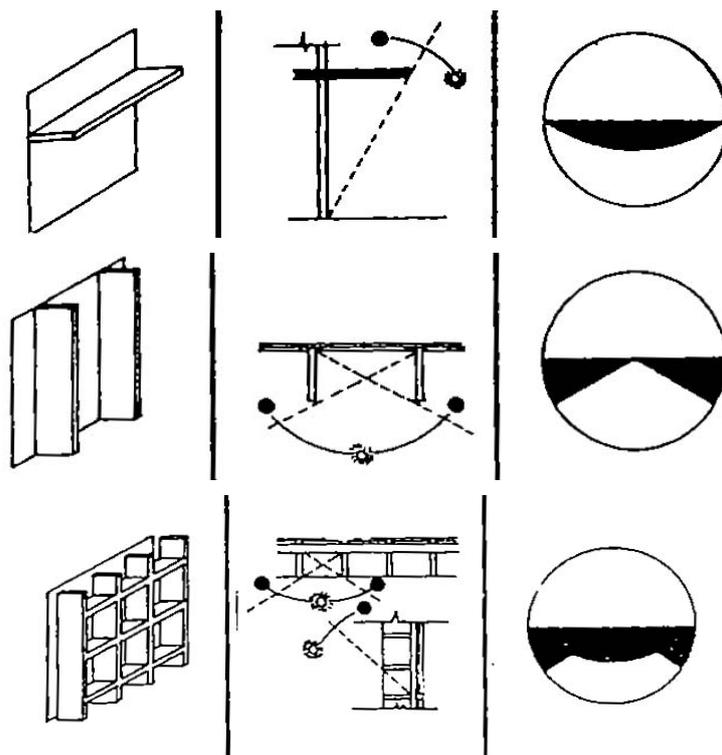
- وسائل تظليل أفقية.

- وسائل تظليل رأسية.

- وسائل تظليل مركبة (أفقية مع رأسية).

لاستعمال كاسرات الشمس لا بد من معرفة الآتي [٢]:

- يجب تحديد الأوقات التي تحتاج فيها إلى تظليل.
- يجب تحديد مكان موقع الشمس وذلك أثناء الأوقات التي تحتاج فيها إلى تظليل وذلك باستخدام مسار الشمس.



شكل (٤٢-١): أنواع كاسرات الشمس الثابتة [٢].

[١] عبد المنطلب محمد علي: المعالجات المناخية لواجهات مباني المناطق الصحراوية (دراسة تطبيقية على مدينة أسيوط الجديدة - الوادي الأسيوطي)، (مرجع سابق)، ص ٥.

[2] Nasibeh Sadafi, Elias Salleh, Lim Chin Haw and Zaky Jaafar: **Potential Thermal Impacts of Internal Courtyard in Terrace Houses: Acase Study in Tropical Climate**, Op Cit., pp. 2770:2775.

توجد عدة اشتراطات عامة لكاسرات الشمس كما يلي [1]:

- أن تكون ممتدة عن المبنى بمقدار ١٠ - ٢١ سم وذلك لتفادي تكون مناطق ضغط هوائي على الواجهات.
- أن تكون خارج الزجاج لأن الحرارة المنتقلة منها لا تنعكس مرة أخرى للداخل عند وجود الزجاج.
- في الكاسرات الرأسية يفضل أن تكون متحركة لتواكب حركة الشمس المنخفضة الإشعاع.
- أن تكون من مواد غير عاكسة لتجنب دخول الأشعة المنعكسة في الفراغات الداخلية.
- أن تكون مائلة بالقدر الذي يمنع الانعكاس للداخل.
- أن تكون بما يتكافأ وحجم الظلال المطلوبة، وذلك عن طريق حساب زوايا سقوط الأشعة على الواجهة.
- يفضل أن لا تنفذ بمواد البناء العادية مثل الطوب والخرسانة لأنها تكون مصدراً مزعجاً للحرارة إذ أنها تحتزن الحرارة أثناء النهار وتعيد إشعاعها أثناء الليل وتمنع نسيم الليل البارد من تبريد الحجرات.

### ١-٢-٢- الأحمال الحرارية الناتجة داخل المبنى السكني:

حساب الأحمال الحرارية داخل أي مبني يعتبر من أهم العوامل لتحقيق درجات حرارة داخلية مناسبة للإنسان ومنها يتم تحقيق الراحة الحرارية وكذلك التوزيع الجيد للهواء داخل الفراغات، فيجب الأخذ في الاعتبار الظروف المناخية التي تتحقق عندها أقصى ارتفاع في درجة الحرارة والرطوبة صيفاً وأدنى انخفاض لدرجة الحرارة شتاءً، حيث نجد من حسابات الطاقة الشمسية في نصف الكرة الشمالي أن أطول يوم في العام هو ٢١ يونيو وأقصى ارتفاع في درجة الحرارة والرطوبة يحدث في شهر يوليو، وأن اقصر يوم في العام هو ٢١ ديسمبر، وأبرد يوم يحدث في شهر يناير أو فبراير، وأن أقصى درجة حرارة علي مدار اليوم تحدث حوالي لساعة الثالثة أو الرابعة بعد الظهر، وأن أقصى كمية حرارة تدخل إلي الغرفة تبعاً للإشعاع الشمسي المباشر والمنتشر الساقط علي الأسطح الخارجية للمباني والتنتي تنتقل خلال الجدران والأسقف حوالي الساعة الثالثة أو الرابعة بعد الظهر بسبب التخلف الزمني أو ما يعرف بظاهرة التوهين وهو الفرق الزمني بين سقوط الأشعة الشمسية علي الجدران وانتقالها إلي داخل الغرفة [2].

تعتبر الطاقة الحرارية الساقطة علي الجدران من الخارج تنتقل إلي داخل الغرفة بعد زمن متأخر عن زمن سقوطها علي الأسطح الخارجية فإن انتقال الحرارة يحدث في طور غير مستقر ويصعب حسابها بالطرق العادية [3].

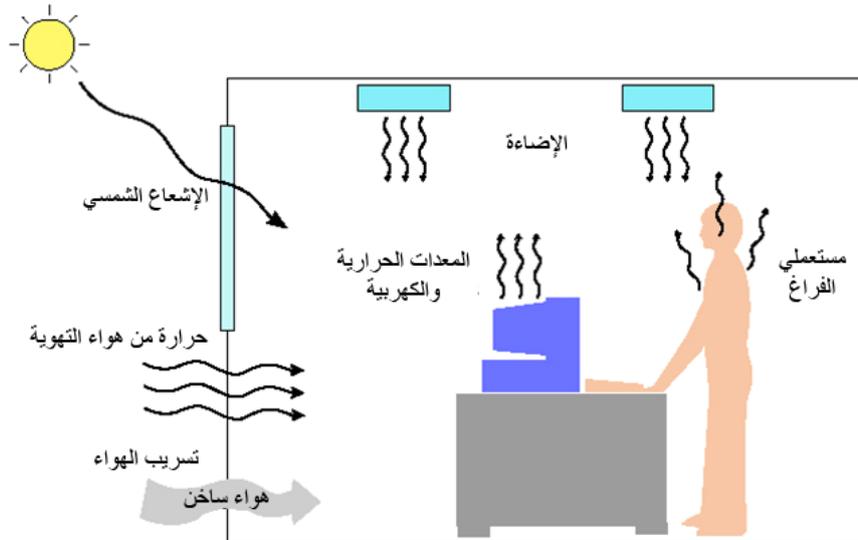
عند النظر إلي مصادر الأحمال الحرارية داخل المبنى السكني فنجد أنه عبارة عن مجموعة من المصادر التي يمكن تلخيصها في الشكل رقم (١-٤٣)، حيث يمكن تصنيف تلك الأحمال إلي [3]:

- أحمال حرارة خارجية وتتكون من:
  - انتقال الحرارة خلال الحوائط الخارجية، الأسقف والأرضيات.
  - تأثير أشعة الشمس على الحوائط الخارجية، النوافذ والأسقف.
  - الحرارة المحمولة مع هواء التهوية والهواء المتسرب إلى فراغات المبنى.
- أحمال حرارة داخلية وتتكون من:
  - الحرارة التي يولدها شاغلي فراغات المبنى.
  - الحرارة الناتجة عن الإضاءة.
  - الحرارة الناتجة عن المعدات الحرارية والكهربائية المتواجدة داخل المبنى.

[1] أحمد هلال محمد: دراسة تحليلية عن تأثير العوامل البيئية على تصميم المسكن في المدينة المصرية المعاصرة، (مرجع سابق)، ص ١١:١٨.

[2] John Quale: **Building for the Future (Sustainable Home Design)**, SOLAR Decathlon, Department of Energy, University of Virginia School of Architecture, 2009.

[3] ASHRAE: **Standards Actions, Important Information Regarding The Development Of Ashrae Standards And Guidelines**, Volume 1, Issue 18, 2005.



شكل (١-٤٣): مصادر الأحمال الحرارية داخل أي مبنى [١].

ومن هنا يمكن تصنيف الحرارة التي يكتسبها المبنى إلى:

#### أ - حرارة محسوسة:

وهي عبارة عن الحرارة التي تعمل على تغيير درجة حرارة هواء الغرف ومشتمالاتها فقط، وتمثل المصادر الحرارية للحرارة المحسوسة هي:

- الحرارة المنتقلة خلال حوائط المبنى الخارجية، الأسقف والنوافذ والأبواب المعرضة لأشعة الشمس.
- الحرارة الناتجة عن المصادر الداخلية وهي: إضاءة الغرف، الموتورات والمعدات الحرارية داخل الغرف وشاغلي الغرف.
- الحرارة الناتجة عن تسرب الهواء خلال شقوق النوافذ والأبواب.
- الحرارة الناتجة عن معالجة هواء التهوية.

يمكن تصنيف الحرارة المحسوسة تبعاً لطرق انتقال الحرارة إلى: حرارة منتقلة بالإشعاع وحرارة منتقلة بالحمل.

#### ب - حرارة كامنة:

وهي عبارة عن الحرارة التي تعمل على زيادة رطوبة الهواء داخل الغرف، وتمثل المصادر الحرارية للحرارة الكامنة هي [٢]:

- بخار الماء الذي يعطيه شاغلي الغرف نتيجة التنفس وتبخير العرق.
- الرطوبة المصاحبة لهواء التسرب والتهوية.
- الرطوبة الناتجة عن العمليات داخل المبنى.

#### وفيما يلي تحليل للأحمال الحرارية الخارجية لأي مبنى [٣]:

الأحمال الحرارية الخارجية هي كل الطاقة الحرارية المنتقلة من الوسط الخارجي الساخن إلى الغرفة مثل التوصيل خلال الجدران والأسقف والأرضيات، الإشعاع الشمسي عبر زجاج النوافذ والأبواب، تسرب الهواء من الوسط الخارجي إلى الغرفة [٣].

[1] Caroline M. Clevenger, John Haymaker: **The Impact Of The Building Occupant On Energy Modeling Simulations**, Energy and Buildings, www. Science Direct.Com, Vol. (42), 2010.

[2] ASHRAE: **Nonresidential Cooling And Heating Load Calculations**, ASHRAE Handbook-Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Chapter 30, 2005.

[\*] يتم استخدام تلك المعادلات لحساب المدخلات الخاصة بالأحمال الحرارية ببرنامج TAS بالملحق (أ) و(ب).

[3] John Quale: **Building for the Future (Sustainable Home Design)**, Op Cit, 2009.

## ١-٢-٢-١- انتقال الحرارة خلال الحوائط الخارجية، الداخلية، الأسقف والأرضيات:

يمكن أن يكون المبنى خفيف، متوسط أو ثقيل من الناحية الإنشائية، ونظراً لأن درجة حرارة الهواء الخارجية تختلف عن درجة حرارة الداخلية فإن الحرارة تنتقل خلال الحوائط، الأسقف، الأرضيات، النوافذ والأبواب [1].

جزء من الحرارة المنتقلة يخزن في مكونات المبنى والباقي ينتقل إلى الهواء داخل الفراغات، يتوقف معدل انتقال الحرارة على المقاومة الحرارية (R) لمكونات الحائط الخارجي المختلفة وهو ما تمثله المعادلة الآتية:

$$R = \sum K/\delta$$

حيث  $\delta$  و  $K$  عبارة عن السمك ومعامل التوصيل الحراري لأي مكون من مكونات مقاطع الحائط، السقف أو الأرضية على التوالي، ويعطي جدول رقم (٩-١)، معامل التوصيل الحراري للمواد المستخدمة في إنشاء المباني.

جدول (٩-١): معامل التوصيل الحراري (K) (W/m. °C) [2].

المادة	معامل التوصيل الحراري (K)	المادة	معامل التوصيل الحراري (K)
طوب عادي	٠,٧٢	خشب	٠,١٤
طوب واجه	١,٣٠	رمل	١,٧٢
خرسانة	١,٧٢	فلين	٠,٠٣٦
سيراميك	١,١٠	صوف زجاجي	٠,٠٣٦
حجارة	١,٨٠	بولسترين	٠,٠٤٠
مونة اسمنتية	٠,٧٢	بولي اريسان	٠,٠٢٣
مونة جبسية	٠,٨٠	زجاج	٠,٧٩

توجد الكثير من الصفات الحرارية الخاصة بمواد البناء مثل الطوب والخرسانة والمونة الأسمنتية والبلاط وكذلك البياض والدهانات وأخيراً الخشب، تختلف قيم تلك الصفات لكل مادة عن الأخرى، وفيما يلي عرض لأهم الخواص الحرارية لمواد البناء:

- **معامل التوصيل الحراري:** يقصد به مقدار تخزين المادة من الحرارة المنتقلة إليه ثم انبعاث باقي الحرارة في الهواء داخل الفراغ ويقاس بالـ (وات /م. درجة مئوية).
- **معامل انتشار البخار:** يقصد به مقدار نشر الرطوبة والبخار المقاوم للمادة والموجود بها للهواء وهو يعتمد علي نسبة نفاذية الهواء إلي نفاذية المادة.
- **كثافة المادة:** هي كتلة حجم معين من المادة وتقاس بالـ (كجم/م<sup>٣</sup>).
- **الحرارة النوعية للمادة:**

هي كمية الحرارة اللازمة لتغيير درجة حرارة وحدة الكتلة من الجسم بمقدار درجة واحدة، ويرمز لها بالرمز (c) ووحداتها في النظام الدولي هي (J kg-1 K-1)، وحدة قياسها هي جول / كجم م أو جول / كجم كلفن، وفيما يلي عرض للخواص الحرارية للزجاج وتعريفها:

[1] ASHRAE: Cooling And Heating Load Calculations - Estimation Of Solar Radiation, ASHRAE Handbook-Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Chapter 17, 2009.

[2] Caroline M. Clevenger, John Haymaker: The Impact Of The Building Occupant On Energy Modeling Simulations, Op Cit., 2010.

- انتقال الطاقة الشمسية: هي انتقال جزء من الأشعة الشمسية إلى داخل الفراغ.
- الانعكاس الخارجي للإشعاع الشمسي: هي انعكاس جزء من الإشعاع الشمسي الخارجي سطح ما داخل الفراغ.
- الانبعاث الحراري الخارجي: هي امتصاص جزء من الأشعة طويلة الموجة الخارجية داخل أي مادة.

#### ١-٢-٢- الحرارة المحمولة مع هواء التهوية والهواء المتسرب إلى فراغات المبنى:

تسرب الهواء إلى الفراغ الداخلي من خلال الخلوص بين الأبواب والشبابيك والحوائط نتيجة سرعة الرياح الخارجية وفرق درجات الحرارة داخل وخارج المبنى وفتح الأبواب، أما التهوية فهي إدخال كمية من الهواء إلى الفراغ الداخلي لتنفس الأشخاص ولتقليل نسبة ثاني أكسيد الكربون والتخلص من الروائح الغريبة والتلوث في المكان<sup>[1]</sup>.

#### أ- معدل تسرب الهواء:

تم وضع معدل تسرب الهواء إلى المبنى كدالة في درجة إحكام الأبواب والشبابيك للمبنى وأيضاً عمر المبنى وقد قسمت إلى مباني محكمة وهي مباني جديدة ومحكمة الأبواب والشبابيك، مباني متوسطة الإحكام، ومباني قديمة وضعيفة الإحكام، ويوضح الجدول رقم (١-١٠) نسبة هواء التسرب في فصل الصيف، وجدول رقم (١-١١) نسبة هواء التسرب في فصل الشتاء.

جدول (١-١٠): نسبة الهواء المتسرب في فصل الصيف بالمتري المكعب في الثانية<sup>[2]</sup>.

درجة الحرارة الخارجية (°C)						النوع
٤٣	٤١	٣٨	٣٥	٣٢	٢٩	
عدد مرات تغيير الهواء للغرفة في الساعة الواحدة $N_A$						
٠,٣٨	٠,٣٧	٠,٣٦	٠,٣٥	٠,٣٤	٠,٣٣	محكمة
٠,٥٦	٠,٥٤	٠,٥٢	٠,٥٠	٠,٤٨	٠,٤٦	متوسطة الإحكام
٠,٧٨	٠,٧٦	٠,٧٤	٠,٧٢	٠,٧٠	٠,٦٨	ضعيفة الإحكام

جدول (١-١١): نسبة الهواء المتسرب في فصل الشتاء بالمتري المكعب في الثانية<sup>[3]</sup>.

درجة الحرارة الخارجية (°C)						النوع
١٨-	١٢-	٧-	١-	٤	١٠	
عدد مرات تغيير الهواء للغرفة في الساعة الواحدة $N_A$						
٠,٥١	٠,٤٩	٠,٤٧	٠,٤٥	٠,٤٣	٠,٤١	محكمة
٠,٨٩	٠,٨٥	٠,٨١	٠,٧٧	٠,٧٣	٠,٦٩	متوسطة الإحكام
١,٣٠	١,٢٧	١,٢٣	١,٢٠	١,١٥	١,١١	ضعيفة الإحكام

[1] Caroline M. Cleverger, John Haymaker: **The Impact Of The Building Occupant On Energy Modeling Simulations**, Op Cit., 2010.

[2] ASHRAE: **Cooling And Heating Load Calculations - Estimation Of Solar Radiation**, Op Cit., 2009.

[3] Sam C M Hui: **Load Estimation**, MEBS6006 Environmental Services I (<http://www.hku.hk/bse/MEBS6006>), Department of Mechanical Engineering, The University of Hong Kong, 2009.

تستخدم المعادلة الآتية لحساب نسبة هواء التسرب كدالة في سرعة الرياح  $V_a$  (m/s) والفرق بين درجة حرارة الغرفة  $T_R$  والوسط الخارجي  $T_o$  من حجم الغرفة.

$$N_A = a + b \times V_a + c \times (T_o - T_R)$$

حيث الثوابت (a. b. c) تعطي من الجدول رقم (١٢-١)، فبالتالي يمكن حساب معدل هواء التسرب للغرفة من  $m_{inf}$  كالآتي:

$$m_{inf} = N_A \times V \times \rho$$

حيث يمثل  $V$  هو حجم الغرفة و  $\rho$  كثافة الهواء، وتمثل  $N_A$  عدد مرات تغيير الهواء للغرفة في وحدة الزمن.

جدول (١٢-١): ثوابت عدد مرات تغيير الهواء للغرفة في الساعة الواحدة [١].

النوع	a	b	c
محكمة	٠,١٥	٠,٠١٠	٠,٠٠٧
متوسطة الأحكام	٠,٢٠	٠,٠١٥	٠,٠١٤
ضعيفة الأحكام	٠,٢٥	٠,٠٢٠	٠,٠٢٢

### ب- معدل التهوية:

التهوية هي معدل احتياج الشخص للهواء الطازج اللازم للتنفس والعمليات الحيوية الأخرى وتنقية الفراغ الداخلي من ثاني أكسيد الكربون والتدخين، ويوضح الجدول رقم (١٣-١) كمية الهواء اللازمة لتنفس الشخص الواحد كدالة في وظيفة المكان والنشاط.

جدول (١٣-١): كمية الهواء اللازمة لتنفس شخص واحد في أماكن متعددة [٢].

المكان	كمية الهواء للشخص الواحد لتر/ثانية		عدد الأشخاص لكل ١٠٠ متر مربع من مساحة الأرض
	للأشخاص المدخنين	للأشخاص غير المدخنين	
غرف المعيشة	١٠	٢,٥٠	٧
ساعات الانتظار وقاعات المؤتمرات	١٧,٥٠	٣,٥٠	٦٠
المكاتب	٧,٥٠	٢,٥٠	٣٠

ويكون معدل التهوية للغرفة  $m_{ven}$  هو:

$$m_{ven} = N_p \times V \times \rho$$

حيث يمثل  $V$  معدل حجم التهوية للشخص و  $\rho$  كثافة الهواء بالغرفة، وتمثل  $N_p$  أقصى عدد للأشخاص في المكان.

وحيث أن الطاقة الحرارية من تسرب الهواء للغرفة  $Q_{Leak}$  تكون حمل حراري مكتسب إلي الغرفة في فصل الصيف لارتفاع درجة حرارة الهواء الخارجي عن الغرفة، وتكون حمل حراري مفقود من الغرفة في فصل الشتاء لانخفاض درجة حرارة الهواء الخارجي عن الغرف، والحمل الحراري للتسرب والتهوية يتكون من حمل حراري محسوس  $Q_{S.Leak}$  نتيجة فرق درجة الحرارة وحمل حراري كامن  $Q_{L.Leak}$  نتيجة فرق نسبة الرطوبة [٣].

[1] Caroline M. Clevenger, John Haymaker: **The Impact Of The Building Occupant On Energy Modeling Simulations**, Op Cit., 2010.

[2] John Quale: **Building for the Future (Sustainable Home Design)**, Op Cit, 2009.

[3] ASHRAE: **Cooling And Heating Load Calculations - Estimation Of Solar Radiation**, Op Cit., 2009.

$$Q_{S.Leak} = (m_{inf} + m_{ven}) \times C_{p0} (T_o - T_R)$$

$$Q_{L.Leak} = (m_{inf} + m_{ven}) \times (\omega_o - \omega_R) \times h_{fg}$$

$$Q_{Leak} = Q_{S.Leak} + Q_{L.Leak}$$

حيث يمثل  $C_{p0}$  الحرارة النوعية للهواء و  $\omega$  نسبة الرطوبة، وتمثل  $h_{fg}$  كمية الحرارة اللازمة للتبخير عند درجة حرارة الغرفة.

### وفيما يلي تحليل للأحمال الحرارية الداخلية لأي مبنى:

الأحمال الحرارية الداخلية هي كل الطاقة الحرارية المكتسبة داخل الغرفة مثل الإضاءة، الأجهزة الكهربائية، الحرارة المتولد من الأشخاص الموجودين في المكان، أي مصادر حرارية أخرى داخل المكان [1].

### ١-٢-٣- الحرارة الناتجة من الإضاءة:

يعتمد حمل الإضاءة علي عدد المصابيح المستخدمة ونوعيتها والنشاط في المكان، وتحسب القدرة الكهربائية للإضاءة ( $L_R$ ) كنسبة من مساحة الأرضية من العلاقة:

$$L_R = 10 \cong 20 \text{ W/m}^2$$

ويمكن زيادة هذه النسبة في أماكن القراءة والرسم وغرف العمليات والأنشطة التي تحتاج كثافة ضوئية عالية، وتحسب الحرارة الناتجة من الإضاءة ( $Q_{Light}$ ) بالمعادلة الآتية:

$$Q_{Light} = F_u \times F_b \times L_R$$

حيث  $F_u$  هو معامل استعمال الفراغ ويساوي قدرة المصابيح المستخدمة إلي قدرة المصابيح الكلية في المكان ويساوي (١) في حالة الإضاءة الكاملة.

$F_b$  هو معامل كبح التيار الكهربائي ويساوي (١) لمصابيح التنجستين، ويساوي ١,٢٠ لمصابيح فلورسنت لتعويض الطاقة الحرارية الناتجة عن المحولات الكهربائية ويساوي ١,٣٧ لمصابيح الصوديوم.

ويمكن حساب الحمل الحراري من الإضاءة بطريقة أخرى من المعادلة الآتية:

الحمل الحراري من الإضاءة (وات/م<sup>٢</sup>) = [عدد المصابيح × تصنيف المصباح (وات)] / مساحة الفراغ (م<sup>٢</sup>)، يحدد الجدول رقم (١-٤)، تصنيف المصباح علي حسب نوعها بالوات [2].  
جدول (١-٤): تصنيف لمجموعة من أشهر المصابيح المستخدمة في الفراغات.

تصنيف المصباح بالوات	قدرة المحرك الكهربائي
١١	مصباحين فلورسنت
١٨	أربع مصابيح فلورسنت
١٨	مصباح فلورسنت ٣٦ مللم (٢ قدم)
٣٦	مصباح فلورسنت ٣٦ مللم (٤ قدم)
٦٠	مصباح فلورسنت ٣٦ مللم (٥ قدم)
٧٢	مصباح فلورسنت ٣٦ مللم (٦ قدم)

[1] Caroline M. Clevenger, John Haymaker: **The Impact Of The Building Occupant On Energy Modeling Simulations**, Op Cit., 2010.

[2] Essam Salah Said: **Using Simulation to Evaluate and Improve the Performance of the Outer Envelope of Buildings**, Ph. D, Faculty of engineering, University of Assiut, 2009.

## ١-٢-٢-٤- الحرارة الناتجة من المعدات الحرارية والكهربائية المتواجدة داخل المبنى:

الحمل الحراري  $Q_{App}$  الناتج من الأجهزة التي تعمل بالكهرباء مثل أجهزة الحاسب الآلي والطابعات ومعدات التصوير ومعدات الطهي والغلايات والمحركات الكهربائية والتلفزيونات وأجهزة التكييف وغيرها من الأجهزة، فتلك المحركات الموجودة داخل الفراغ يتم حساب الحمل الحراري الناتج منها كالاتي [1]:

$$Q_{App} = \Sigma Power \times (1 - \eta)$$

حيث  $\eta$  هو كفاءة المحرك الكهربائي عند الحمل الكامل التي تتوقف علي قدرة المحرك الكهربائي،  $\Sigma Power$  هي قدرة الأجهزة الكهربائية بالوات - جدول (١-١٥).

جدول (١-١٥): كفاءة الموتورات [1].

الكفاءة $\eta$	قدرة المحرك الكهربائي
٠,٦٠	أقل من ٢٠٠ وات
٠,٧٠	من ٣٧٥ إلى ٧٥٠ وات
٠,٨٠	من ١ إلى ٤ كيلو وات
٠,٨٥	من ٥,٥٠ إلى ١٥ كيلو وات
٠,٨٨	أكبر من ١٥ كيلو وات

ويوضح الجدول رقم (١-١٦)، الأحمال الحرارية الناتجة من بعض الأجهزة الكهربائية الموجودة في المنازل.

جدول (١-١٦): الحرارة المكتسبة من بعض الأجهزة [2].

نوع الجهاز	حرارة محسوسة (وات/ساعة)	حرارة كامنة (وات/ساعة)
موقد قهوة	٥١٥	٢٢٠
موقد عادي	٩٣٠	٥٢٥
توستر	١٠٥٠	٧٠٠
شواية فراخ	٢١٩٠	٢١٩٠
تلفزيون	٨٥٠	٥٠
مروحة	٦٠	صفر
طابعة	١٥٠	صفر
كمبيوتر	١٨٧	صفر
لاب توب	٥٥	صفر

[1] ASHRAE, Cooling And Heating Load Calculations - Estimation Of Solar Radiation: Op Cit., 2009.

[2] Caroline M. Clevenger, John Haymaker: The Impact Of The Building Occupant On Energy Modeling Simulations, Op Cit., 2010.

## ١-٢-٢-٥- الحرارة التي يولدها شاغلي غرف المبنى:

هي كمية الحرارة  $Q_{Per}$  الناتجة من الأشخاص الموجودين في الفراغ الداخلي وتتوقف على نوعية النشاط الذي يقوم به الشخص وتنقسم إلي حمل حراري محسوس  $Q_{S.Per}$ ، وحمل حراري كامن  $Q_{L.Per}$ ، والحمل الحراري المحسوس نتيجة انتقال الحرارة بالحمل والإشعاع من جسم الإنسان إلي الوسط المحيط، أما الحمل الحراري الكامن نتيجة بخار الماء في هواء الزفير والعرق من سطح الجلد<sup>[1]</sup>.

$$Q_{S.Per} = N_p \times H_S \times CLF$$

$$Q_{L.Per} = N_p \times H_L$$

حيث  $N_p$  هو عدد الأشخاص الموجودين في المكان،  $H_S$  كمية الحرارة المحسوسة للشخص،  $H_L$  كمية الحرارة الكامنة للشخص، ويعطي الجدول رقم (١-١٧)، الحمل المحسوس والحمل الكامن لرجل بالغ كدالة في درجة حرارة الغرفة ونوع النشاط الذي يقوم به الشخص، أما الأنثى البالغة تعطي ٨٥% من الحمل الحراري لرجل بالغ والطفل يعطي ٧٥% من حمل الرجل البالغ<sup>[2]</sup>.

أما  $CLF^{[*]}$  هو معامل الحمل الحراري المحسوس للأشخاص نتيجة فترة بقائهم في المكان لأن تأثير الحمل الحراري المحسوس يزيد بطول فترة بقاء الشخص، ويكون  $CLF = 0,60 \approx 0,97$  لفترة بقاء من ساعتين حتى ستة عشر ساعة<sup>[2]</sup>.

جدول (١-١٧): الحرارة الناتجة من الأشخاص داخل الفراغ<sup>[3]</sup>.

المجموع (وات/ساعة)	حرارة كامنة (وات/ساعة)	حرارة محسوسة (وات/ساعة)	حالة الإنسان
٩٧	٣١	٦٦	جالس ومستريح
١١٧	٤٥	٧٢	جالس ويعمل عمل خفيف
١٣٢	٥٩	٧٣	يزاول عمل متوسط
١٣٢	٥٩	٧٣	واقف ويزاول عمل خفيف
١٤٦	٧٣	٧٣	يمشي ببطء
١٦٢	٨١	٨١	جالس
٢٢٩	١٣٩	٨١	يزاول عمل علي منضدة
٢٥٠	١٦٠	٩٠	عامل متحرك
٢٩٣	١٨٣	١١٠	الرقص
٢٩٢	٢٠٤	٨٨	عامل يزاول شغل متوسط
٤٢٥	٢٥٥	١٧٠	عامل يزاول شغل ثقيل
٤٢٥	٢٥٥	١٧٠	شخص يزاول رياضة

## ١-٢-٣- تحليل المعالجات المناخية بالنموذج السكني محل الدراسة (نموذج ابني بيتك):

عند تحليل المسقط الأفقي والواجهات لنموذج ابني بيتك السكني المختار نجد الافتقاد للمعالجات المناخية والوسائل التي تساعد علي الراحة الحرارية داخل الفراغات ويمكن تلخيصها كالآتي:

[١] رياض محمد عبد الله الشميري: تأثير الظروف المناخية على التجمعات السكنية بالمدن الصحراوية بصعيد مصر (مدينة أسيوط الجديدة كمثال تطبيقي)، (مرجع سابق)، ص ١١٢.

[\*] CLF هي اختصار لـ Cooling Load Factor.

[2] John Quale: **Building for the Future (Sustainable Home Design)**, Op. Cit., 2009.

[3] ASHRAE: **Cooling And Heating Load Calculations - Estimation Of Solar Radiation**, Op Cit., 2009.

## ١-٣-٢-١- أبعاد المباني والفراغات الخارجية:

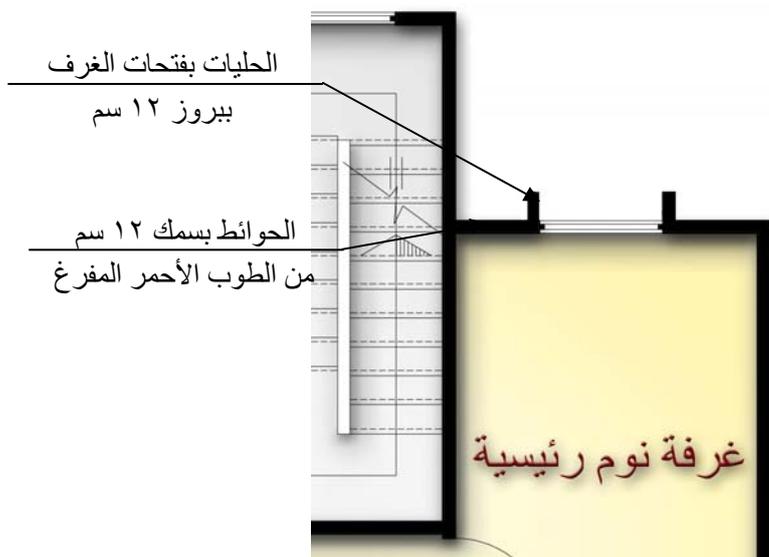
بتحليل التجمع السكني بمنطقة إسكان ابني بيتك نجدها ذات ارتفاع موحد (أرضي + دورين) وبأبعاد أفقية موحدة وهي ١٧,٥٠ متر × ٨,٦٠ متر.

## ١-٢-٣-٢-١- مواد البناء:

بالنسبة لهذه المباني ونظرا لتعرض حوائطها وأسقفها لأشعة الشمس المباشرة طوال ساعات النهار، لهذا كانت الحاجة لاتخاذ الاحتياطات لمعالجة الحوائط والأسقف حيث تم تنفيذ المباني السكنية- مباني ابني بيتك- في مدينة أسيوط الجديدة باستخدام الطوب الأحمر المفرغ الذي لا تزيد كثافته عن ١,٨ جم/سم<sup>٣</sup> للحوائط الخارجية والداخلية بأبعاد ٢٥ سم × ١٢ سم × ٦ سم، أما دورات المياه فاستخدم لها الطوب الطفلي المصمت الذي لا تزيد كثافته عن ٢ جم/سم<sup>٣</sup>، وقد تم تنفيذ المباني بسمك ١٢ سم لجميع الحوائط الخارجية والداخلية.

## ١-٢-٣-٣-١- معالجة الحوائط الخارجية:

تمت المعالجة بعمل بطانة من المونة الإسمنتية لخليط من الرمل والاسمنت والجير بنسب ١:١:٣ بسماكة ٢ سم، ثم عمل الطرطشة العمومية باستخدام خليط من الاسمنت الأبيض والبودرة والرمل مع إضافة أكسيد اسود بنسبة قليلة جدا، بسماكة ٠,٥ سم. كما هو يوضح بالشكل رقم (١-٤٤)، إحدى الفراغات الداخلية للنموذج السكني حيث نجد أن جميع أسماك الحوائط الخارجية ١٢ سم وهذا لا يساعد علي التخلف الزمني لانتقال درجات الحرارة من الخارج إلي داخل الفراغات.



شكل (١-٤٤): معالجة الواجهات الخارجية باستخدام حوائط سمك ١٢ سم بحليات بسيطة بالفتحات

## ١-٢-٣-٤-١- وسائل التظليل:

كما هو موضح بالشكل رقم (١-٤٥)، نجد افتقار المبنى من وجود أي من الكاسرات الشمسية الأفقية أو الرأسية أو المركبة، مع وجود حلية علي بعض الشبابيك وبسمك ١٢ سم.



الواجهة الأمامية لنموذج (ع) - جارين  
الواجهة الخلفية لنموذج (ع) - جارين  
شكل (٤٥-١): افتقار الواجهات من الكاسرات الشمسية (الأفقية والرأسية)

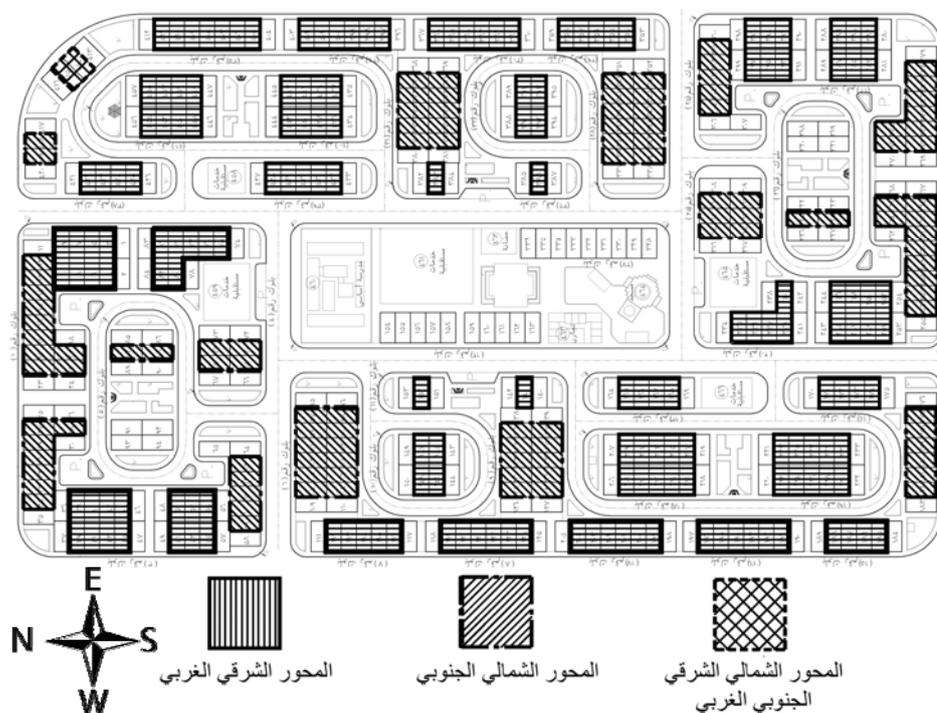
### ١-٢-٣-٥- توجيه النموذج السكني:

عند تحليل المرحلة الأولى لإسكان ابني بيتك كما هو موضح بالشكل رقم (٤٦-١)، تبين للباحث أنه يوجد توجيهات مختلفة للنموذج السكني المختار حيث نجد نسبتهم كالتالي:

أ- المباني التي تأخذ توجيهها المحور الشمالي الجنوبي عددهم ١١٣ مبني سكني.

ب- المباني التي تأخذ توجيهها المحور الشرقي الغربي عددهم ١٦٩ مبني سكني.

ج- المباني التي تأخذ توجيهها المحور الشمالي الشرقي- الجنوبي الغربي عددهم ٢ مبني سكني.



شكل (٤٦-١): توزيع الثلاث توجيهات المختلفة لنماذج ابني بيتك بمدينة أسبوت الجديدة [١].

[١] وزارة الإسكان والمرافق والمجمعات العمرانية، هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، مدينة أسبوت الجديدة.

## من خلال ما سبق عرضه، فإن البحث يركز على تقييم وتحسين الأداء الحراري داخل الفراغات الداخلية باستخدام برنامج المحاكاة للنموذج السكني المختار من خلال دراسة ما يلي:

- توجيه النموذج السكني.
- أنواع مواد البناء بالنموذج السكني.
- سمك الحوائط الخارجية.
- ارتفاع الدور بالنموذج السكني.
- اختلاف الدور بالنموذج السكني.
- تغيير ألوان تشطيبات واجهات النموذج السكني الخارجية.
- البلكونات بالنموذج السكني.
- معالجة فتحات الشبايك:
  - ارتفاع الشباك.
  - عرض الشباك.
  - موضع فتحة الشباك.
  - ارتفاع جلسة الشباك.
  - نوع زجاج الشباك.
- وسائل التظليل المختلفة (رأسية وأفقية ومركبة).
- بروزات مختلفة لوسائل التظليل.

### خلاصة الباب الأول:

يهدف هذا الباب إلى تقديم صورة مختصرة عن المناخ من خلال دراسة أنواعه وتناوله للتقسيمات المناخية مع التركيز على المناخ الحار الجاف الصحراوي والمناخ التفصيلي لمدينة أسبوت الجديدة (الحالة الدراسية)، وللوصول إلى النموذج السكني محل الدراسة تم التعرف على الأنماط السكنية الموجودة بمدينة أسبوت الجديدة ومنها تحليل نسب مساحة تلك الأنماط بالنسبة للمناطق السكنية بالمدينة، فوجد أن النمط السكني (ابني بيتك) يحتل المرتبة الأولى، لذا تم دراسة ذلك النمط ودراسة النماذج السكنية به.

كذلك تقدم الدراسة عرض الملامح المعمارية للمناخ الحار الجاف الصحراوي للخروج ببعض المعالجات التصميمية المناخية الملائمة لمناخ المناطق الصحراوية، مع دراسة للأحمال الحرارية الناتجة سواء كانت داخلية أو خارجية.

بعد تحديد النموذج السكني والمعالجات المناخية الملائمة لمناخ منطقة الدراسة، ينتهي الباب الأول بتحليل النموذج السكني (من حيث المعالجات التصميمية المناخية) للوصول إلى أوجه القصور في المفردات المناخية بالنموذج ليتم معالجة تلك القصور. وينتقل البحث في الباب الثاني إلى دراسة برامج المحاكاة المستخدمة في تقييم الأداء الحراري لتحسين الوضع الراهن بالنموذج السكني بابني بيتك بمدينة أسبوت الجديدة ومعالجة أوجه القصور في استخدام المعالجات المناخية به، ومن خلال الدراسة في الباب الأول يمكن الخروج بما يلي:

### أولاً: فيما يتعلق بالمناخ عامة والخصائص المناخية للمناخ الحار الجاف الصحراوي:

- يمثل علم المناخ أحد أفرع الجغرافيا الطبيعية والتي تعنى بالظواهر البيئية التي ليس للإنسان دخل في تكوينها ونشأتها.
- يتميز الإقليم المناخي الحار الصحراوي بمصر بالجفاف التام، فالمطر منعدم كلية إلا من السيول النادرة الفجائية التي لا يضاعف من فاعليتها وخطرها إلا تلك الندرة والفجائية ذاتها.

- إن المدى الحراري الذي ينحصر فيه شعور الإنسان بالراحة يسمى منطقة الراحة الحرارية ويختلف هذا المدى الحراري باختلاف ظروف البيئة المناخية المحيطة بالإنسان، من حيث درجة الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الهواء، والتي تختلف بدورها باختلاف الموقع الجغرافي.

### ثانياً: فيما يتعلق بالنسيج العمراني للمدينة:

- يوجد بمدينة أسبوت الجديدة منطقتين سكنيتين في الكتلة العمرانية يفصل بينهما محور خدمات رئيسي، وتتكامل مراكز الأحياء مع المركز الرئيسي بصرياً وعضوياً حيث تتعامد عليه وتتداخل المسطحات الخضراء لكل منها.
- يوجد خمس مراحل لإسكان ابني بيتك بمدينة أسبوت الجديدة، فتوجد المرحلة الأولى والثالثة بالمنطقة الثانية للمدينة والمرحلة الخامسة توجد بالمنطقة الأولى وأخيراً المرحلة الثانية والرابعة بمنطقة الامتداد المستقبلي لمدينة أسبوت الجديدة.
- تقسم المرحلة الأولى من إسكان ابني بيتك إلى خمس قطاعات، أربع قطاعات منهم سكنية والقطاع الأخير يوجد بمركز المرحلة الأولى حيث تحتوي علي نماذج سكنية وأيضاً خدمات تعليمية ودينية وخدمات مستقبلية، حيث تقسم المرحلة الأولى إلى ٥٠٣ قطعة سكنية وقطع أخرى تشمل الخدمات المختلفة.

### ثالثاً: فيما يتعلق بالمعالجات المناخية للمناطق الحارة الصحراوية:

- يكون لشكل المبني وكتلته أهمية كبيرة في تحديد كمية الإظلال به، يلاحظ أن أقل نصيب من الظلال يخص المبني المربع (أي المبني المتساوي في طول وعرض مسقطه الأفقي).
- توجيه المباني يتوقف على العوامل المناخية كالإشعاع الشمسي والرياح ودرجة الحرارة وكذلك يتوقف على توفير المطلات الجيدة، وفي المناطق ذات المناخ الحار الجاف يكون من الضروري توفير الحماية من الإشعاع الشمسي وبخاصة في الفترات ذات الحرارة الزائدة، والتوجيه الأفضل هو الذي يقلل ذلك الإشعاع إلى أدنى حد ممكن في الفترات الحارة.
- تتعرض الحوائط الخارجية في الإقليم الحار الصحراوي لإشعاع شمسي حاد وقوي، ولكن يختلف شدته تبعاً لاختلاف حركة مسار الشمس في قبة السماء خلال ساعات النهار في اليوم الواحد وأيضاً خلال العام، هذا بالإضافة إلى اختلاف شدة الإشعاع الشمسي الساقطة على تلك الحوائط باختلاف التوجيه حيث الحوائط الشمالية مثلاً تستقبل إشعاع شمسي يختلف شدته وتوقيته بالنسبة لساعات اليوم وشهور العام عما تستقبله الواجهة الغربية أو الجنوبية.
- إن الهدف الأساسي من وجود كاسرات الشمس في الفترة الحارة هو منع أشعة الشمس من السقوط على الغلاف الخارجي للمبني أو النفاذ إلى الفراغات الداخلية عندما تكون درجة حرارة الهواء الخارجي أعلى من المعدلات المطلوبة للراحة الحرارية للإنسان، أما في الفترة الباردة لا تكون هناك ضرورة لحماية المبني من أشعة الشمس، بل قد يكون سقوط الأشعة ونفاذها إلى الفراغات الداخلية ضرورياً من أجل المساعدة في التدفئة.
- الزجاج هو أحد محددات النافذة ومادة سطحها، حيث يمثل مشكلة أثناء التصميم الحراري للمبني، لسماحه بنفاذ الإشعاع قصير الموجة وعدم سماحه للإشعاع طويل الموجة بالنفاذ.

- المحتويات.
- الجداول والأشكال.
- مقدمة البحث.

**الباب الأول: الخصائص المناخية لمدينة أسيوط الجديدة والمعالجات التصميمية لمناخ منطقة الدراسة**  
١-١- الخصائص المناخية والأنماط السكنية.  
٢-١- المعالجات التصميمية.

**الباب الثاني: المحاكاة كأداة لتقييم الأداء الحراري للمباني**  
١-٢- برامج المحاكاة المستخدمة لتقييم الأداء الحراري.  
٢-٢- دراسة تحليلية عن برنامج المحاكاة المستخدم وعمل المعايرة.

**الباب الثالث: تقييم وتحسين الأداء الحراري للنموذج محل الدراسة (نموذج ابني بيتك)**  
١-٣- تقييم تأثير المعالجات التصميمية على الأداء الحراري للفراغات الداخلية.  
٢-٣- تعديل الوضع القائم للنموذج السكني.

- النتائج والتوصيات.
- المراجع.
- الملاحق.

## الباب الثاني:

### المحاكاة كأداة لتقييم الأداء الحراري للمباني

## الباب الثاني:

**المحاكاة كأداة لتقييم الأداء الحراري للمباني**

## مقدمة:

إن الظروف المناخية داخل المبنى هي نتيجة لتفاعلات شديدة التعقيد بين الإنسان والمبنى والمحيط المناخي، فهي تفاعلات يصعب فهمها ووصفها بشكل وافى في مجموعة المنحنيات أو الجداول أو التوصيات المبسطة، مثلما كان الحال في القرنين الماضيين. أما الجيل الحالي من هذه الوسائل فيعتمد على التمثيل الرقمي باستخدام الحاسب الآلي لمساعدة المصمم المناخي على اتخاذ قرارات تصميمية سليمة، بحيث يرى المصمم بوضوح نتائج قراراته التصميمية، في حين يقوم الحاسب الآلي بكل الحسابات دون أن يلقي بعبئها على المصمم، فعشرات البرامج تظهر سنوياً لتمثيل السلوك المناخي للمبنى أو بجوانب معينة منه، والعديد من هذه البرامج ناتج أبحاث جامعية فردية أحياناً، جماعية غالباً بينما البعض الآخر برامج تجارية تقدمها شركات البرامج للمصممين المحترفين.

ورغم كل هذا العدد، لا يزال هذا الموضوع في بدايته، فالبرامج تحتاج إلى تطوير كبير حتى تصبح ذات كفاءة عالية ودقة ومصداقية للنتائج، كما تحتاج إلى تطوير أكثر لتصبح سهلة وعملية في استخدامها بحيث تصبح الاستعانة بها ميسورة لكل مصمم، وتصبح جزءاً من العمل اليومي في عملية التصميم المعماري والعمراني.

فالمحاكاة هي عملية استخدام النموذج للتنبؤ بسلوك النظام الحقيقي الذي يمثله<sup>[1]</sup>، ففي حالة النموذج المادي المصغر (الماكيت) يكون التمثيل بتسليط الضوء عليه وملاحظة الظلال والتكوينات البصرية، وكأن المبنى منفذ في الطبيعة، ومن خلال الحركة حوله يتم تمثيل حركة زوار ومشاهدي المبنى من الخارج وتحديد ما يرونه، أما في حالة النموذج التمثيلي ثلاثي الأبعاد فيمكن تمثيل حركة مستخدمي المبنى داخله وتحديد ما يمكن أن يراه مستخدم المبنى، وكل هذا منصب على الخواص البصرية للنموذج وللمبنى<sup>[2]</sup>.

أما في حالة تمثيل السلوك المناخي، فإن استخدام النموذج لا يتم لاستنتاج الخواص البصرية بل الخواص الحرارية، ولا يتم تمثيل حركة المشاهد بل تمثيل حركة الطاقة الحرارية عبر كتلة المبنى وفراغاته. وتمثيل حركة الشمس والظلال وتمثيل حركة الرياح والضوء. ولا تتم متابعة صور وأشكال الفراغات الداخلية بل درجة حرارتها وإضاءتها ورطوبتها و... الخ. كما لا تتم متابعة أشكال الكتل الخارجية بقدر ما يتابع درجة حرارة الأسطح وإظلال الأسطح لبعضها وإظلال المباني أو حجبها للهواء عن المباني الأخرى... الخ.

لذا فكان لابد من دراسة أهمية استخدام برامج المحاكاة في رصد وتقييم الواقع المناخي وتحسين الأداء الحراري داخل الفراغات، والتركيز على برنامج المحاكاة المستخدم وعمل دراسة تحليلية للبرنامج، وأخيراً معايرة البرنامج المستخدم للخروج بمعامل التصحيح.

[1] Abbas El Zafarany: **Climatic Design Of Buildings**, PhD in Architecture, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Cairo University, July 2000, pp. 102.

[2] John Martin Evan: **The comfort triangles, a new tool for bioclimatic design**, Ph.d thesis, delft University, London, U.K, 2007, pp. 15.

[3] E Jun Tanimoto, Aya Hagishima, Parichart Chimklai: **An approach for coupled simulation of building thermal effects and urban climatology**, Building and Environment, www.sciencedirect.com, Vol. 39, 2009, pp. 225.

## الفصل الأول: برامج المحاكاة المستخدمة لتقييم الأداء الحراري داخل فراغات المباني:

مع بداية ظهور الحاسبات الصغيرة بدأت إمكانية تقييم المنشأ حرارياً علي مدي يوم كامل، وقد كان يتم ذلك بمعرفة سلوك المنشأ في أحر يوم في السنة وأبرد يوم فيها. ومع زيادة سعة ذاكرة الحاسب وسرعة أدائه، وأصبح التقييم علي مدار عام كامل ممكناً مما أتاح فرصة كبيرة للمعماري في أن يعرف كيف يمكن أن يكون أداء المبني – الذي صممه معمارياً- تحت ظروف المناخ المختلفة أثناء العالم.

هذا وقد ظهرت العديد من البرامج والتي تعطي تقييماً لأداء المبني علي مدار العام عن طريق تمثيل التبادل الحراري بين الفراغ الخارجي والداخلي وتقدير الأحمال الميكانيكية للتبريد والتكييف مثل برنامج (Calpas 3) [١\*] إلا أن هذه البرامج تعاني من عدم وجود تقييم لبعض العناصر التي تساعد في تقليل الحمل الحراري (كالأسقف المائلة، المنحنية، النافذة المائلة، الفناء الداخلي،.....) بالإضافة إلي عدم وجود الأهمية النسبية بين الفترتين الحارة والباردة، ولذلك فقد ظهرت الحاجة إلي نماذج رياضية جديدة يمكن إدخالها للحاسب بهدف تمكين المعماري من اتخاذ القرارات التصميمية المناسبة [١].

وهذه البرامج مبسطة وسهلة الاستخدام وتعطي مؤشرات لتقييم وسائل الاكتساب الحراري بنسبة خطأ مقبولة والهدف منها هو تمكين المصمم من تقييم البدائل المختلفة عنده بحيث ينتقي الأفضل من حيث توفير الطاقة وتوفير البيئة المناسبة وتوفير المتطلبات المعمارية وتتيح له الفرصة أيضاً لمعرفة تأثير التغيرات المختلفة التي يمكن أن يقوم بها علي كميات الطاقة المكتسبة داخل المبني.

### ٢-١-١- أهمية استخدام أدوات محاكاة الطاقة أثناء مراحل التصميم المختلفة:

أصبح استخدام الحاسب الآلي لعمل محاكاة رقمية حلاً شائعاً للمخططات المعقدة في مجال دراسات البيئات الحرارية.

فقبل ظهور الحاسب الآلي كان المهندس إذا واجهته ظاهرة ما يريد دراستها، يلجأ إلي المعادلات الرياضية، وإذا زادت عن حد معين (معادلتين أو ثلاث علي الأكثر) أو تعقد شكل المعادلات يلجأ إلي الحلول البيانية ولذلك تحتوي كثير من العلوم الهندسية علي أجزاء كثيرة يمكن حلها بالرسومات البيانية، ولذلك فقد ازدهرت مثل هذه الحلول وتوارت إلي الخلف الحلول التي تعتمد علي المعادلات وأصبحت مجالاً للأبحاث النظرية فقط.

ومع ظهور الحاسب الآلي – والذي أصبح في إمكانه حل الكثير من المعادلات في ثوان معدودة – تراجعت الحلول البيانية وأصبحت الحلول التي تعتمد علي المعادلات هي المفضلة إذ أن نتائجها أدق، والأهم من ذلك فإن الحاسب يتعامل معها ببساطة وأصبحت الصعوبة هي إمكانية صياغة المشكلة في شكل أو نموذج رياضي.

### ٢-١-٢- الرؤية المستقبلية لأداء الثورة الرقمية في مجال التخطيط البيئي المستدام للمدينة:

ساهمت الثورة الرقمية بشكل فعال في تقييم الأداء الحراري للمباني من خلال توفير أدوات للقياس، وتمثلت هذه التقنيات خلال مرحلتين رئيسيتين [٢]:

- مقاييس عالمية.
- برامج حسابية.

[\*] برنامج قام بتصميمه مجموعة الدراسات البيئية بجامعة بركلي الأمريكية (Berkly Solar Group).

[١] محمود ثروت محمود المهيلمي: تقييم وتوقع أداء بعض وسائل التحكم في الاكتساب الحراري على أغلفة المباني (دراسة باستخدام الحاسب الآلي)، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ١٩٩٠، ص ١٠.

[٢] أسامة سعد خليل: الطاقة الشمسية والتخطيط البيئي المستدام للمدن الجديدة بمصر (رؤية مستقبلية في إطار الثورة الرقمية)، المؤتمر المعماري الدولي الخامس، العمران والبيئة، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ٢٠٠٣، ص ٧٦.

## ٢-١-٢-١- المرحلة الأولى : مقاييس عالمية:

ومنها خريطة الراحة الحرارية لأولجياي، والمنحنى السيكرومتري، وجداول ماهوني، ومقياس درجة الحرارة المؤثرة، والأساس في هذه الأدوات في القياس هو مدى الاستجابة الحرارية للإنسان من خلال دراسات مجمعة للمؤشرات المناخية للمنطقة المشمولة بالدراسة. وعلى الرغم أن هذه المقاييس توفر وسائل مباشرة لقياس الأداء الحراري، إلا أن هذه المقاييس غالبيتها أعدت لمناطق لا تتوافق في خصائصها مع المنطقة العربية بشكل كامل، ولا تتناسب بشكل مباشر مع المناطق ذات المناخ المركب والسائد في غالبية المنطقة العربية وبالتالي فإن نتائجها تحتاج إلى مزيد من التدقيق، وتعد المحاولات التي أعدها باحثين محليين في هذا المجال محدودة نسبيًا وتحتاج إلى مزيد من التطوير لرفع كفاءة هذه المقاييس [1].

## ٢-١-٢-٢- المرحلة الثانية : برامج حسابية:

وتعتمد على معادلات ونماذج رياضية لحساب قيمة درجات الحرارة الداخلية المتوقعة داخل الفراغات العمرانية من خلال قائمة الخصائص المكانية والمشيدة، وبمقارنة كمية الحرارة التي يجب التخلص منها للوصول إلى الراحة الحرارية يمكن تحديد قيمة الأحمال الحرارية (الطاقة) المطلوبة للتبريد في فترات الإجهاد الحراري الزائد، وكذلك تحديد أحمال التسخين المطلوبة شتاءً، ومن النماذج الرياضية أيضًا تلك المستخدمة في تقييم كفاءة الأداء الحراري للمباني من خلال معدلات رياضية تحدد الكفاءة الحرارية للمباني وأنسجتها العمرانية صيفًا وشتاءً وذلك من منظور كفاءة التظليل الخارجي له.

## ٢-١-٢-٣- التصميم المناخي بمساعدة الحاسب:

هو تطبيق مباشر لأفكار تكنولوجيا التصميم بشكل عام، لأنه يساعد في اتخاذ القرارات التصميمية المناخية بدون مجهود كبير في الحسابات الرياضية، مما يسمح بتسهيل عملية التصميم المناخي ليتمكن استخدامها في مراحل مبكرة من التصميم المعماري أو العمراني. ويوضح الجدول رقم (٢-١)، مقارنة توضح الفارق بين التصميم المناخي بالطرق المعتادة، وبين ما يمكن أن يصبح عليه العمل بمساعدة الحاسب:

جدول (٢-١): مقارنة بين التصميم المناخي بالطرق التقليدية والطرق الحديثة [1].

وجه المقارنة	الدراسات المناخية التقليدية	الدراسات المناخية بمساعدة الحاسب
البيانات المناخية	يتم الحصول على البيانات المناخية لأقرب محطة أرصاد جوية للموقع من مقر هيئة الأرصاد الجوية، بعد إجراءات رسمية طويلة إن كانت البيانات المطلوبة لأغراض علمية تطلبها جهة أكاديمية أو بمقابل مادي كبير إن كانت لأغراض تجارية. ونادرًا ما تكون هذه البيانات في الصورة المطلوبة للتصميم المناخي المعماري أو العمراني.	يمكن في معظم بلاد العالم الحصول على البيانات على أقراص أو بيانات مناخية في صورة قياسية من خلال شبكة المعلومات، وتضم برامج التصميم المناخي المتقدمة البيانات المناخية لمعظم المدن الرئيسية التي تغطيها هذه البرامج. أما في مصر فمن الصعب الحصول على مثل هذه البيانات رقميًا (رغم وجودها بالفعل لدى هيئة الأرصاد) حيث أنها غير مجانية وليست في صيغة قياسية، كما أن معظم البرامج العالمية للتصميم المناخي لا تشمل مصر أو البلاد العربية في نطاق اهتمامها، مما جعل من الحصول على هذه البيانات مهمة صعبة في مصر تعرقل استخدام الحاسبات في التصميم المناخي.

[1] Abbas El Zafarany, *Climatic Design Of Buildings*, Op Cit., pp. 96:98.

الدراسات المناخية بمساعدة الحاسب	الدراسات المناخية التقليدية	وجه المقارنة
<p>يمكن لبرنامج تحديد مسار الشمس وحساب زاوية ارتفاع الشمس واتجاهها في أي لحظة من اليوم أو السنة في أي موقع في العالم بمجرد تحديده، وكذلك رسم مسار حركة الشمس وتغير أشكال الإظللال في صورة متحركة، كما يتم حساب كمية الطاقة الشمسية الساقطة على أي سطح وفي أي اتجاه، سواء في صورة مفردة أو في صورة جداول أو رسومات مطبوعة، أو في صورة ملفات رقمية قياسية يمكن لبرنامج التصميم المناخي قراءتها، بحيث يتم توصيف الإشعاع الشمسي المؤثر.</p>	<p>يتم تحديد الإشعاع الشمسي باستخدام خرائط حركة الشمس المنشورة في كتب التصميم المناخي لخطوط عرض محددة، ويتم استخدام بيانات أقرب خط عرض له خريطة منشورة كما تستخدم بعض الخرائط البيانية لتحديد الإشعاع الشمسي الساقط على كل اتجاه من الأسطح الأفقية أو الرأسية.</p>	<p>تحديد الإشعاع الشمسي كما وكيفاً</p>
<p>يمكن أن يتم هذا التحليل بواسطة برامج الحاسب الآلي بدقة أو إذا لم يتيسر يمكن استخدام طرق التحليل البيانية من خلال التعامل مع ست متغيرات: درجة حرارة الهواء - الرطوبة النسبية - الإشعاع الشمسي والحراري - حركة الرياح - النشاط البشري - نوع الملابس. وهي مجموعة من المتغيرات ذات العلاقات المعقدة يصعب التعامل معها بيانياً على ورقة ذات بعدين، في حين تكون مخرجات التحليل بواسطة برنامج الحاسب واضحة في صورة تحدد للمصمم الفرص المتاحة، والظروف التي يجب معالجتها بتصميماته. وتفتح الباب بذلك لتحديد مدى ملائمة الظروف المناخية لممارسة نشاط معين في وقت ما، فمثلاً لتقييم موقع قرية سياحية، يمكن تحديد الأوقات التي يمكن خلالها ممارسة الأنشطة بالهواء الطلق.</p>	<p>إن البيانات المناخية في صورتها المباشرة غير ذات جدوى تقريباً للتصميم المناخي المعماري والعمراني، بل يجب تحليلها لفهم الظروف المناخية وتأثيرها على الراحة الحرارية للإنسان. وتستخدم لذلك حالياً خرائط بيانية مبسطة مثل الخريطة البيومناخية مثلاً، التي تتعامل مع متغيرين هما درجة الحرارة والرطوبة النسبية، أو الخرائط المعقدة التي تتعامل بشكل شامل مع باقي المتغيرات مثل خرائط درجة الحرارة المؤثرة القياسية والتي تحتاج لاستعمال ٦٠ خريطة مختلفة لتقييم الظروف المناخية مما يقلل من استعمالها عملياً رغم دقتها.</p>	<p>تحليل البيانات المناخية</p>
<p>يمكن أن يقوم برنامج الحاسب الآلي بحساب تأثير المباني المحيطة على المناخ في الموقع بدرجة عالية من الدقة، تسمح باستنتاج كمية الإشعاع الشمسي الساقطة واتجاهها وأنماط الإظللال طوال العام على كل مساحة الموقع والمباني المقامة عليه، بحيث يمكن حساب تأثيرها على تصميم المبنى أو التجمع العمراني.</p>	<p>يتم تعديل الظروف المناخية بناءً على المحددات المحلية للموقع عملية هامة قبل الشروع في التصميم المناخي، وهي تتم حالياً بواسطة خرائط مسارات الشمس والرياح، التي يتم توقيع المباني المحيطة كلها بطرق معقدة لتحديد خواص التعرض للشمس في الموقع أو نمط سرعات الرياح في وجود مباني أو أشجار في المنطقة.</p>	<p>استنتاج الظروف المناخية المعدلة نتيجة لمحددات الموقع</p>

وجه المقارنة	الدراسات المناخية التقليدية	الدراسات المناخية بمساعدة الحاسب
مرحلة اقتراح الحلول	يقوم المصمم باقتراح الحلول بناء على خبرته الشخصية وتفضيلاته لنمط معماري معين أو باستخدام جداول ماهوني التي يمكن أن تقدم له النصح باستخدام محدود من الحلول المناخية غير المقيمة كميًا ولا يوجد طريقة عملية لاختبار الحل المقترح.	يمكن لقاعدة معلومات تضم المعالجات المناخية والمصنفة جيدا ترشيح مجموعة من الحلول تصلح نظريًا للمنطقة محل الدراسة، وبناءً على اختبارها بالتمثيل الرقمي يتحدد أفضلهم.
مرحلة تقييم	وهذه أكبر مشكلة تواجه التصميم المناخي التقليدي، حيث يصعب تقييم أداء أي معالجة مناخية مقترحة.	يتم التقييم باستخدام برامج التمثيل الرقمي، التي تعطي تقييمًا كميًا دقيقًا يسمح بالمقارنة بين البدائل المختلفة لتحديد أفضلها مناخياً.

و يلاحظ من الجدول السابق أن برامج التمثيل الرقمي تشكل جزءاً من أدوات التصميم المناخي وليس كلها، وهو ما يعني أن فكرة التصميم المناخي بمساعدة الحاسب ليست مطبقة بشكل كامل اليوم، رغم وجود عشرات البرامج للتمثيل الرقمي للسلوك الحراري للمباني والتي ينصب دورها على المرحلة الأخيرة من التصميم وهي تقييم الحلول.

ولهذا الوضع مبرراته المنطقية، فنقطة الضعف الرئيسية في منظومة التصميم المناخي كانت ولا تزال في مرحلة تقييم الحلول، لذا كان من الطبيعي أن يكون التركيز الرئيسي عليها، إلا أن التطور المستقبلي يقتضى اكتمال باقي جوانب التصميم في نفس الأداة، لتكتمل دور التمثيل الرقمي.

## ٢-١-٤ - استخدام النموذج التمثيلي الرقمي لمحاكاة السلوك المناخي لفراغات المباني السكنية: تمر عملية تقييم حل مناخي باستخدام التمثيل الرقمي (المحاكاة) بشكل عام بثلاثة خطوات [1]:

- بناء المبني بواسطة البرنامج.
- إدخال البيانات المناخية لموقع المبني بالبرنامج.
- محاكاة السلوك الحراري للمبني.
- تقييم الأداء المناخي للمبني ومقارنته بغيره من البدائل للوصول إلي قرار تصميمي مناسب.
- وتتبع مكونات برامج التمثيل الرقمي نفس التقسيم تقريباً، حيث يتكون البرنامج عادة من ثلاثة أجزاء:
- وحدة بناء النموذج التمثيلي الرقمي.
- وحدة المحاكاة.
- وحدة اتخاذ القرار.

والوحدة الأخيرة قد تغيب عن بعض برامج التمثيل الرقمي، حيث تقدم للمستخدم النتائج وتترك له تحليلها واتخاذ القرار بالطريقة التي يراها، بينما يكون لها وجود واضح وقوي في برمج أخرى خاصة التي تهتم بالتحقق من توافق التصميمات مع اشتراطات المناخ، ولكن علي وجه العموم لا بد من توافر الوجدتين الأوليين في أي برنامج للتمثيل الرقمي [2].

## ٢-١-٥ - مميزات استخدام التمثيل الرقمي:

كان التطور المنطقي هو اللجوء لأدوات جديدة للتصميم تستفيد من قدرات الحاسبات، تمثل بعضها في تحويل الطرق اليدوية البيانية إلى طرق آلية بنفس شكلها الأصلي للاستفادة من سرعة وسهولة أداء الحاسب الآلي، بينما قامت أخرى على فلسفات مختلفة تماماً، طورت بشكل أساسي من أجل استخدامها في برامج الحاسبات، مثل الطرق العددية لدراسة انتقال الحرارة أو ديناميكا الموائع الحاسوبية [2].

[1] Clarke J A.: **Energy Simulation in Building Design**, Adam Hilger Ltd, Bristol and Boston, 1985.

[2] Abbas El Zafarany: **Climatic Design Of Buildings**, Op Cit., pp. 106.

- وتتلخص مميزات استخدام أدوات التمثيل الرقمي في:
- **سرعة أداء عمليات التمثيل الرقمي واستخلاص النتائج:** وخاصة عند مقارنها بأي وسيلة أخرى لتقييم الحلول المناخية.
  - **عدم الاحتياج لأجهزة مكلفة أو متعددة:** فالاعتماد يكون على حاسب آلي قد لا يكون مكلفاً وقد يكون متوافراً بالفعل في أي مكتب هندسي أو مؤسسة بحثية، حيث أنه يقوم بتقييم ودراسة كافة جوانب السلوك المناخي، بدلاً من استعمال عدد كبير من الأجهزة التي يدرس كل منها جانباً واحداً من السلوك المناخي<sup>[1]</sup>.
  - **التكامل:** فكل من المعدات المذكورة يتعامل مع جانب واحد دون أن يكون هناك وسيلة لتقييم التأثير المتبادل بينها، بينما يمكن باستخدام البرامج الشاملة للتمثيل الرقمي تقييم أداء مبنى من كل الجوانب (تقريباً) في نفس الوقت.
  - **انخفاض تكلفة التصميم:** حيث تقل تكاليف المعدات والنماذج وكذلك تكاليف وقت المهندسين الذين يقومون بالعمل يدوياً مما يزيد من فرص استخدام التصميم المناخي عملياً في الممارسة المهنية.
  - **التفاعل:** يمكن عمل أي تعديل في البديل وإعادة اختباره بسرعة دون الحاجة إلى بناء نموذج مادي جديد، مما يعنى إمكانية تجربة عدد كبير من البدائل بسهولة.
  - **عدم الاحتياج لفهم تفاصيل السلوك المناخي:** مما يسهل على المصممين المعماريين والعمرانيين غير المتخصصين في التصميم المناخي استخدامه إذا كان لديهم مجرد وعي عام بمفاهيمه.

## ٢-١-٦- مشاكل تواجه التمثيل الرقمي كوسيلة للتصميم المناخي:

- رغم أن استخدام التمثيل الرقمي كوسيلة للتصميم والبحث في مجال التصميم المناخي ليس شيئاً جديداً، بل ترجع بداياته إلى الستينات، إلا أنه لا يزال يواجه بما يقابله من تقنيات جديدة في نهاية التسعينات<sup>[2]</sup>.
- والسبب في ذلك أن أدوات التمثيل الرقمي التي يمكن الاستفادة منها بسهولة وبدقة عالية حديثة نسبياً، كما أن توافر الحاسبات اللازمة للقيام بمهام التمثيل الرقمي لم تتوافر بشكل اقتصادي قبل الثمانينات، ولم تنتشر نظم التشغيل سهلة الاستخدام إلا في نهاية الثمانينات وبداية التسعينات. ولهذا بدأ تيار التمثيل الرقمي يفرض نفسه كأسلوب رئيسي للتصميم المناخي في العقد الأخير من القرن العشرين، ولا يزال موضوعاً لتطور سريع ومطرد فهو المجال الرئيسي للبحث في التصميم المناخي عالمياً اليوم، رغم وجود كثير من المشاكل التي يعانى منها والتي تحل تبعاً مع تطور هذا العلم. نذكر من تلك المشاكل الآتي<sup>[3]</sup>:
- اختلاف التقبل الشخصي لاستخدام التمثيل الرقمي.
  - الجهد الكبير المطلوب لبناء النموذج التمثيلي.
  - الاحتياج لمزيد من الدقة والمصادقية في نتائج التمثيل الرقمي.

## ٢-١-٧- تصنيف برامج التمثيل الرقمي:

ظهرت خلال السنوات الثلاثين الأخيرة عشرات من برامج التمثيل الرقمي، قدمت الحلول لعديد من مشاكل التصميم المناخي في الغرب، ولا تزال خطوات التطور مستمرة، وتظهر بضعة برامج جديدة كل شهر.

[١] محمود ثروت محمود المهيلمي: **تقييم وتوقع أداء بعض وسائل التحكم في الاكتساب الحراري على أغلفة المباني (دراسة باستخدام الحاسب الآلي)**، (مرجع سابق)، ص ١٠.

[2] E Jun Tanimoto, Aya Hagishima, Parichart Chimklai: **An approach for coupled simulation of building thermal effects and urban climatology**, Op Cit., pp. 234.

[3] Abbas El Zafarany: **Climatic Design Of Buildings**, Op Cit., pp. 106.

تختلف برامج التمثيل الرقمي المتاحة في العشرات من جوانب المقارنة، فبعضها شديد البساطة يتعامل مع متغير واحد أو اثنين، بينما بعضها يتعامل مع مئات المتغيرات، كما يتعامل بعضها مع المبنى كأنه فراغ واحد في حين يتعرف بعضها الآخر على التصميم الداخلي تفصيلاً، فبعضها هدفه تقييم أداء المبنى والتحقق من توافقه مع القوانين المنظمة لاستهلاك الطاقة، والآخر يهتم بتصميم أفضل نظام للتكيف، وثالثة تهتم بحساب فوائد استخدام الطاقة الشمسية داخل المباني وغيرها [1].

ولو كان الهدف هو دراسة وتصنيف هذه البرامج لاختيار أفضلها أو تحديد مناسبة أحدها لاستخدام معين، لكان من الأهمية سرد كل التصنيفات الممكنة، ولكن الهدف من دراسة البرامج المتوفرة حالياً هو التعرف بشكل عام على إمكانيات فكرة التمثيل الرقمي على الوفاء باحتياجات المصمم المعماري والعمراني في التصميم المناخي، واتجاهات التطور في هذه البرامج ليتمكن تحديد الخطوة التالية المتوقعة في تطورها، ليتمكن للإضافات الجديدة لهذه البرامج أن تتماشى مع الفلسفات المعاصرة والمستقبلية للتطور في المجال، لذلك كان التركيز على تصنيف البرامج من حيث تكاملها وتغطيتها للمتغيرات المختلفة التي تؤثر في اتخاذ القرار التصميمي.

### ٢-١-٧-١- البرامج الجزئية:

قد يتم بناء نموذج يمثل جزئية واحدة من السلوك المناخي للمبنى، مثلاً انتقال الحرارة عبر الحوائط الخارجية، أو انتقال الإشعاع عبر النوافذ، أو الإضاءة الطبيعية والصناعية... الخ، وتستطيع هذه النماذج التنبؤ بدقة بسلوك العناصر المعمارية محل الدراسة وتضع في الاعتبار كل المتغيرات التي تتعامل معها، وهكذا يمكن الوصول إلى نتائج مفيدة بخصوص هذه الجزئية محل الدراسة في وقت قصير. ولكن يعيب هذه النماذج الجزئية العديد من عيوب الطرق المبسطة، وهي عدم إدراج المتغيرات للعناصر الأخرى المؤثرة في التصميم.

### ٢-١-٧-٢- البرامج الشاملة:

وهي نوع من النماذج التمثيلية، والتي تشمل كافة جوانب السلوك المناخي للمبنى في مختلف عناصره، وهذه النماذج التمثيلية عند ترجمتها إلي برامج تصبح ضخمة للغاية وتطلب أجهزة كبيرة، ويصبح استخدامها صعباً، لكنها تقدم نتائج ذات مصداقية عالية، يمكن الاعتماد عليها.

والنماذج الشاملة ذات عدد قليل في العالم أبرزها (DOE-2) الذي يتم تطويره تحت رعاية وزارة الطاقة الأمريكية، وبرنامج (ESPr) الذي يتم تطويره في جامعة (Strathclyde) البريطانية.

فبدأ العمل بتلك البرامج خلال عقد السبعينات، واستمر التطور والإضافة إليها من خلال العشرات من الباحثين الذين حصل كل منهم على درجات علمية من خلال تصميم أجزاء من هذه البرامج.

ولهذه البرامج عدة مميزات نذكر منها ما يلي [2]:

- القدرة على تغطية كافة المتغيرات بدرجة دقة عالية، وعدم التساهل في افتراض قيم ثابتة للمتغيرات غير الثابتة بحيث تفقد النتائج دقتها.
- وجود قواعد معلومات كبيرة عن نوعيات العناصر المعمارية ومعدات التكيف والبيانات المناخية وأنماط الإشغال... الخ، مما يقلل من الجهد المبذول في عملية جمع المعلومات.
- توافر برامج مساعدة لها تسهل عمليات إدخال المعلومات وعملية تحليل النتائج بسهولة.
- مقبولة على المستوى العالمي كبرامج لها مصداقية، ويمكن الاعتماد عليها في اتخاذ إجراءات قانونية (مثل الترخيص ببناء مبني مستوفي لاشتراطات التصميم المناخي).
- كان يعيبها في الماضي ضخامة حجمها واحتياجها إلى أجهزة حاسبات مكلفة للعمل عليها.

[1] Clarke J A: **Energy Simulation in Building Design**, Op Cit.

[2] Clarke Bartholomew D, Others: **An Application Manual for Building Energy and Environmental Modeling**, Building Simulation, Prague, Vol. 2, 1997, pp. 387-393.

- ولكن يعيبها مجموعة من العيوب العامة [1]:
- صعوبة تعلم استخدامها نتيجة لتعقيدها وكبر حجمها وتعدد وظائفها إلى درجة تتعدى احتياج المصمم الفعلي أحياناً.
  - استخدامها في التعامل لأساليب مع المستخدم بطيئة نتيجة لنشأتها في عقد السبعينات حيث لم تكن طرق التعامل المصورة مع مستخدمي الحاسبات معروفة، مما يزيد من صعوبة استخدامها وتعلمها، ورغم وجود بعض البرامج المساعدة التي تساعد بعضها على العمل بشكل أكثر ودية، إلا أن طريقة التشغيل تبقى معتمدة على فكرة التشغيل المستقل عن المستخدم، حيث يقوم المستخدم بإعداد ملف يحدد مدخلاته، ثم يشغل البرنامج ليتلقى ملف يضم المخرجات في ثلاث عمليات مستقلة تفقد المستخدم التفاعل مع البرنامج.
  - صعوبة الإضافة إليها وتطويرها نتيجة الالتزام بملفات مترجمة وقديمة محدودة الإمكانيات مما دفع بعض الباحثين للمناداة بإعادة كتابة هذه البرامج مرة أخرى بطريقة حديثة، وإن كان قرار إعادة كتابة هذه البرامج عملية تلاقى معارضة كبيرة داخل المؤسسات التي قامت بتمويلها وتنفيذها.
  - احتياج بعض الأجهزة وأنظمة تشغيل غير منتشرة مثل UNIX [2].

## ٢-١-٧-٣- البرامج التجميعية:

وهو نمط من النماذج التمثيلية مبني على تحقيق التكامل والشمول المطلوب في نموذج عبارة عن تجميع مجموعة من النماذج الجزئية من خلال برنامج رئيسي يقوم بتنظيم علاقتها ومدخلاتها ومخرجاتها، بحيث يجمع بين مميزات البرامج الجزئية، وتكامل البرنامج الكلي.

وهذا النوع من النماذج يتسم بالمرونة في النمو، حيث يمكن تطوير كل برنامج جزئي على حده وتطوير أداء البرنامج الشامل بدون تعديل في جوهره، مما يسمح لباحثين أو لشركات عديدة بتطوير أجزاء البرنامج بشكل مستقل، ويمكن للمستخدم اختيار برنامج جزئي يناسب احتياجاته أكثر، أي أن يصبح البرنامج العام أقرب إلى نظام تشغيل متخصص منه كبرنامج تطبيقي.

وهذا النوع من النماذج يتماشى مع الاتجاهات الحديثة في هندسة البرامج، التي تعتمد أكثر فأكثر على مكونات أو عناصر يمكن فكها وتجميعها ويتيح المرونة في التصميم والتنفيذ.

وهذا النمط المرتب ربما كان هو الأكثر ملائمة للظروف المحلية، حيث يصعب تكوين فرق بحثية كبيرة ولفترات طويلة وتوفير ميزانيات وإدارة محترفة، ... الخ، وهو ما يلزم لتطوير نموذج تمثيلي من النوع الشامل، ولكن يمكن لبرنامج هيكلي تجميعي أن يصبح باب تطوير مكوناته على مر السنوات تدريجياً حتى لو عمل كل باحث بشكل مستقل [2].

- وقد قامت هيئة تطور الطاقة [22] مؤخراً بتحديد الخطوط العريضة لتصنيف أدوات تصميم المباني، فتم تحديد تصنيف الأنواع كالاتي [3]:
- برمجيات محاكاة التحليل المناخي التي على ضوءها يتم تحليل البيانات المناخية لموقع معين وتقديم الخطوط العريضة للتصميم.

[1] Clarke Bartholomew D., Others: **An Application Manual for Building Energy and Environmental Modeling**, Op Cit., pp. 387-393.

[2] يونكس (Unix) هو علامة تجارية لنظام تشغيل أجهزة الكمبيوتر تابعة لشركة مايكروسوفت.  
[2] وائل بن سليمان العنقري: **اتجاه التصميم البيئي بمحاكاة الحاسب الآلي**، رسالة ماجستير، كلية العمارة والتخطيط، قسم العمارة والبناء، جامعة الملك سعود، السعودية، ١٤٢٦-١٤٢٧هـ، ص ١:٤.

[22] هيئة تطور الطاقة بالولايات المتحدة الأمريكية (BTS) **Building Design Tools**

[3] Hand J W.: **Removing barriers to the use of simulation in the building design professions**, PhD thesis, University of Strathclyde, Glasgow, Scotland, 1998.

- برمجيات محاكاة البناء الشامل والتي تحدد الخطوط العريضة للاستهلاك الكلي لمبنى معين وتأثير تعديل عناصر المباني على الاستهلاك الكلي . تشمل مثل هذه العناصر من غطاء المباني والنوافذ والإضاءة الاصطناعية وأنظمة التيار المتردد عالي الفولطية... الخ .
  - القوانين والمعايير التي تتم بموجبها محاكاة المباني وذلك لتحديد ما إذا كانت مطابقة لقوانين الطاقة أم لا .
  - برمجيات محاكاة عناصر البناء مثل أنواع الجدران وتصميم النوافذ وتصميم التظليل وتصميم الإنارة وتصميم (HVAC) [\*]... الخ .
  - برمجيات المحاكاة العامة مثل تكاليف دورة حياة الطاقة والتلوث البيئي ومحاكاة الهندسة الخضراء والمحافظة على الماء وحركة الرياح والهواء/ محاكاة التهوية... الخ .
- بتحديد أدوات تصميم المباني، تكون عدة برامج أكثر شيوعاً من الأخرى حسب سهولة الاستخدام والتكلفة وتكاملها مع برامج الـ (CAD) وصورة المنتج النهائي سواء كان مخططات أو صفحات إكسيل أو نوع آخر بالإضافة إلى دقة البرامج [1]
- ٢-١-٨- برامج المحاكاة المستخدمة في دراسة الأداء الحراري:

ظهرت في الأعوام الخمسين الأخيرة عدة برامج لمحاكاة طاقة المباني و تم استخدامها ، فكان لا بد من عمل مقارنة حديثة بين خصائص وإمكانيات أكبر ٢٠ برنامجاً للمحاكاة، حيث أن المحاكاة تقوم على المعلومات التي يقدمها صناع البرامج في الجوانب التالية: خصائص النمذجة العامة، الأحمال الحرارية لمناطق الدراسة، غلاف المبنى والإضاءة الطبيعية والشمس، التهوية، سريان الهواء، نظم الطاقة المتجددة، النظم والمعدات الكهربائية، نظم التبريد والتدفئة، معدات التبريد والتدفئة، الانبعاثات البيئية، التقييم الاقتصادي، توافر بيانات المناخ، سرد النتائج، الصلاحية، واجهات المستخدم، والربط بالبرامج الأخرى والتوافر [2]، ويوضح جدول (٢-٢) عرض لبرامج محاكاة طاقة المباني.

جدول (٢-٢): أهم برامج المحاكاة المستخدمة في تقييم الأداء الحراري

اسم البرنامج	اسم البرنامج التجاري	وصف عام البرنامج
(BLAST) [3]	(BLAST) Version 3.0 Level 334. August 1998	يقوم النظام بالتنبؤ باستهلاك الطاقة وأداء نظم الطاقة والتكلفة في المباني، وأيضاً يقوم التنبؤ بالأحمال الحرارية بالفراغ كل ساعة من بيانات الطقس وإنشاء المبنى وتفصيل التشغيل باستخدام ائزان حراري لانتقال الحرارة بالتوصيل والحمل والإشعاع لكل الأسطح وائزان حراري لهواء الغرفة، يشمل ذلك أحمال النقل الحراري من الخارج إلي الداخل، الأحمال الشمسية، الكسب الحراري الداخلي، وإستراتيجية التحكم في درجة الحرارة المستخدمة للحفاظ على درجة حرارة الفراغ.
(BSim) [4]	BSim Version 4.4.12.11	يقدم البرنامج محاكاة سهلة لتفاصيل عمليات المحاكاة الهيدروحرارية للمباني والمنشآت.

[\*] تصميم التدفئة والتبريد وتكييف الهواء ( HVAC ) Heating, Ventilating and Air Conditioning .  
[١] ياسر سعد محمود: التمثيل الكلي في الهندسة المعمارية (CAAD): الوسائل السابقة والاحتمالات المستقبلية، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠٠٠.

[2] Drury B. Crawley, Jon W. Hand, Michael Kummert, Brent T. Griffith: **Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs**, Building and Environment, www.sciencedirect.com, Vol. 43, 2009, pp. 661:677.

[3] www.bso.uiuc.edu/BLAST.

[4] www.bsim.dk.

وصف عام البرنامج	اسم البرنامج التجاري	اسم البرنامج
يسمح هذا البرنامج بالتحليل التفصيلي للعمليات الحرارية للمبنى وأداء نظم التبريد والتدفئة والتهوية، كما يجري حسابات كل ساعة لدرجات الحرارة الداخلية وأحمال التبريد والتدفئة للمباني.	Designer's simulation toolkits. (DeST) Version 2.0	<sup>[١]</sup> (DeST)
يتنبأ البرنامج باستخدام الطاقة كل ساعة وتكلفة الطاقة للمبنى بناء على بيانات الطقس كل ساعة وكذلك الوصف الهندسي للمبنى وبيان نظام HVAC. استخدم البرنامج لأكثر من ربع قرن لدراسات تصميم المباني وتطوير واختبار مواصفات طاقة المباني في الولايات المتحدة والعالم، حيث عمل القطاع الخاص بالبرنامج وطور أكثر من عشرين واجهة مستخدم تسهل استخدامه <sup>[٢]</sup> .	DOE-2.1E Version 121. September 2003	<sup>[٣]</sup> (DOE-2.1E)
أداة تحليل وتصميم معمارية تربط برنامج نمذجة ثلاثي الأبعاد بعدد كبير من وظائف تحليل الأداء التي تغطي جوانب الحرارة، الطاقة، الإضاءة، الظل، الصوتيات والتكلفة.	ECOTECT Version 5.50. April 2005	<sup>[٤]</sup> (ECOTECT)
يحاكي استهلاك الطاقة في المباني على أساس شهري وسنوي، أحمال التدفئة والتبريد القصوى وكسر التدفئة الشمسية عبر الزجاج ومساهمة الإضاءة الطبيعية وتحليل تكلفة دورة الحياة، وتقديم بيانات التصميم حسب المناطق وتبين أحجام مجاري التكيف ومتطلبات الطاقة الحرارية.	Ener-Win Version EC. June 2005	<sup>[٥]</sup> (Ener-Win)
يحسب البرنامج استهلاك وتكاليف الطاقة في مرحلة التصميم، تسمح واجهة المستخدم بعمل نموذج سريع ودقيق، ويشمل البرنامج نمودجا ديناميكيًا لانتقال الحرارة للمناطق مع نموذج لنظام HVAC.	Energy Express. Version 1.0. February 2005	(Energy <sup>[٦]</sup> Express)
صمم هذا البرنامج لتسهيل تحليل المباني في بدايات مراحل التصميم مع التركيز على تقديم أداة شاملة تناسب فرق تصميم المباني الصغيرة.	Energy-10 Version 1.8. June 2005	<sup>[٧]</sup> (Energy-10)
يقوم البرنامج على أهم خصائص وإمكانيات DOE-2.1E و BLAST، يقوم محرك المحاكاة في البرنامج بإدخال وإخراج الملفات النصية، ويتم حساب الأحمال للزمن الذي يحدده المستخدم.	EnergyPlus Version 1.2.2. April 2005	<sup>[٨]</sup> (EnergyPlus)

[1] www.dest.com.cn.

[2] www.simulationresearch.lbl.gov.

[3] Drury B. Crawley, Jon W. Hand, Michael Kummert, Brent T. Griffith: **Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs**, Op Cit., pp. 661:677.

[4] www.ecotect.com

[5] www.members.cox.net/

[6] www.ee.hearne.com.au

[7] www.nrel.gov/buildings/energy10

[8] www.energyplus.gov

اسم البرنامج	اسم البرنامج التجاري	وصف عام البرنامج
[1] (eQUEST)	eQUEST Version 3.55. February 2005	برنامج سهل لتحليل طاقة المباني، لذا يقوم البرنامج بتقديم نتائج عالية الجودة من خلال محرك صنع المبنى وكذلك محرك قياس كفاءة الطاقة وبرنامج عرض النماذج بيانية، كما يقدم البرنامج إمكانية تقدير تكلفة الطاقة، وتنفيذ إجراءات كفاءة الطاقة.
[2] (ESP-r)	ESP-r Version 10.1. February 2005	برنامج عام - متعدد الأغراض والحسابات - لمحاكاة النظم، إنه يقوم على مبدأ " المحاكاة تتبع الوصف"، حيث أن المستخدم يقوم بالتحكم في درجة تعقيد عمليات التحكم الهندسية والبيئة والتشغيل لموافقة متطلبات المشروع، إنه يدعم توازن الطاقة في كل منطقة وعلى كل سطح.
[3] (HAP)	Hourly analysis program (HAP) Version 4.20a	يقدم البرنامج أداتين في حزمة واحدة هما تحديد حجم نظم HVAC التجارية ومحاكاة طاقة المبنى كل ساعة للخروج باستهلاك الطاقة السنوي وتكاليف الطاقة، وتستخدم نتائج وبيانات الإدخال من حسابات تصميم النظام مباشرة في دراسات الطاقة.
[4] (HEED)	HEED Version 1.2. January 2005	يتطلب البرنامج أربعة مدخلات فقط: مساحة الطابق، عدد الطوابق، الموقع (الكود البريدي)، ونوع المبنى، كما تعتبر نقطة قوة البرنامج هي سهولة الاستخدام، بساطة الإدخال، وتنوع العروض البيانية، سرعة الحساب والقدرة على مقارنة بدائل التصميم بسرعة، يوجد البرنامج على الموقع مجاني ويمكن تحميله [5].
[6] (IDA ICE)	IDA indoor climate and energy Version 3.0. April 2005	يقوم البرنامج على محاكاة عامة للنظم القياسية، إنه يوفر واجهات مدمجة مختلفة لمختلف فئات المستخدمين.
[7] (IES /VES)	IES /Virtual EnvironmentS Version 5.2. December 2004	حزمة متكاملة من التطبيقات التي ترتبط بواجهة مستخدم مشتركة ونموذج بيانات متكامل منها: عمل وتعديل النموذج الثلاثي الأبعاد، تحليل الأحمال الحرارية على المبنى، درجة الحرارة الداخلية والخارجية، التهوية الطبيعية وغيرها.
[8] (PowerDom)	PowerDomus Version 1.5. September 2005	أداة محاكاة للمبنى ككل لتحليل الراحة الحرارية واستخدام الطاقة، حيث طور البرنامج لنمذجة انتقال الحرارة والرطوبة في المباني عند تعرضها لأية

[1] www.doe2.com/equest

[2] www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm

[3] www.commercial.carrier.com.

[4] www.aud.ucla.edu/

[5] Drury B. Crawley, Jon W. Hand, Michael Kummert, Brent T. Griffith: **Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs**, Op Cit., pp. 661:677.

[6] www.equa.se/ice

[7] www.iesve.com

[8] www.pucpr.br/1st

اسم البرنامج	اسم البرنامج التجاري	وصف عام البرنامج
		ظروف مناخية. يقوم النموذج بالتنبؤ بدرجات الحرارة والرطوبة في الحوائط متعددة الطبقات لأي فترة زمنية والحرارة والرطوبة النسبية لأية منطقة.
[1] (SUNREL)	SUNREL Version 1.14. November 2004	يقوم هذا البرنامج المحاكاة على أساس كل ساعة، حيث أنه يساعد على تصميم مباني صغيرة كقوة الطاقة حيث تسود الأحمال التفاعلات الديناميكية بين غلاف المبنى وبينته وشاغله.
[2] (TRACE)	TRACE 700 Version 4.1.10. November 2004	ينقسم البرنامج إلى أربعة مراحل حسابية مميزة: التصميم، النظام، المعدات، والاقتصاديات. يقوم البرنامج بحساب الكسب الحراري للمبنى بالتوصيل من خلال أسطح المبنى وكذلك الكسب الحراري من الأشخاص، الإنارة، والأجهزة الكهربائية.
[3] (TAS)	Tas Version 9.0.7. May 2005	TAS هو حزمة من منتجات البرامج التي تحاكي الأداء الديناميكي الحراري للمباني ونظمها [4]. - أهم الوحدات هو TAS building Designer الذي يقوم بعمل المحاكاة الديناميكية للمبنى مع دمج أثر حركة الهواء الطبيعية والصناعية. - للبرنامج مدخلات هندسية ثلاثيات الأبعاد تضم رابط CAD. - TAS Systems هو محاكي نظم التدفئة والتبريد، يمكن ربطه مباشرة بمحاكي المبنى، ويقوم بتحديد حجم سريان الهواء وأحجام النباتات والطاقة الكلية المطلوبة. - الجزء الثالث هو Tas Ambiens، وهو حزمة ثنائية الأبعاد CFD [5] قوية وسهلة الاستخدام تعطي مقطعاً للتباين في المناخ الموضعي في فراغ ما.
[5] (TRNSYS)	TRNSYS Version 16.0.37. February 2005	برنامج محاكاة يستخدم أسلوب يقوم على المكونات، قد تكون بهذه المكونات ببساطة مضخة أو ماسورة، أو معقدة بقدر مناطق متعددة من المبنى. يتم تجميع المكونات باستخدام واجهة بصرية تعرف

[1] www.nrel.gov/buildings/sunrel

[2] www.tranecds.com

[3] www.edsl.net

[4] Flamant G., Heijmans N., Guiot E: **Determination of the energy performances of ventilated double facades by the use of simulation integrating the control aspects Modelling aspects and assessment of the applicability of several simulation**, Belgian Building Research Institute, Ministry of Economic Affairs Project, 2004, pp.127.

[5] www.sel.me.wisc.edu/trnsys

[\*] أدوات (CFD) تستخدم وبنطاق واسع في مجالات الاحتباس الحراري و المناخ في الفراغات الخارجية والمناخ المصغر وتهوية المباني وجودة الهواء داخل الفراغات الداخلية والراحة الحرارية داخل وخارج المبنى والسلامة من الحريق إخراج الدخان من المباني، برامج محاكاة المباني مناخياً تستخدم برنامج (CFD) بصفة أساسية ويرجع ذلك إلى وجود معايير جديدة في توفير الراحة الحرارية في البيئة المبنية وكذلك الحاجة إلى تصميم الفراغات الداخلية وأنظم التكيف التي تلبي المعايير المطلوبة.

اسم البرنامج	اسم البرنامج التجاري	وصف عام البرنامج
		باسم TRNSYS Simulation Studio بينما يتم إدخال بيانات المبني من خلال واجهة بصرية مخصصة، ثم يقوم محرك المحاكاة بحل المعادلات الجبرية التفاضلية التي تمثل النظام.

٢-١-٩- مقارنة بين برامج المحاكاة المستخدمة في مجال دراسة الأداء الحراري: تتم عملية المقارنة بين البرامج السابقة من خلال ثلاث عوامل هم: (الخصائص العامة لنموذج المحاكاة والأحمال الحرارية للفراغات الخارجية والتهوية وسريان الهواء بين الفراغات).

٢-١-٩-١- مقارنة بين البرامج من حيث الخصائص العامة لنموذج المحاكاة وكذلك حساب الأحمال الحرارية للفراغات الداخلية:

يعرض الجدول رقم (٢-٣) كيفية تناول الأدوات المختلفة لمحاكاة المباني مناخياً في النموذج الذي يطلبه المستخدم وكذلك تتابع الحلول وكذلك العناصر الهندسية التي تدعم تبادل الملفات مع برنامج CAD [١]

٢-١-٩-٢- مقارنة بين البرامج من حيث الأحمال الحرارية للفراغات الخارجية وكذلك تصميم غلاف المبني الخارجي والإضاءة الطبيعية [٢]:

يعرض الجدول رقم (٢-٤) دعم الأدوات التي تساعد في حل الراحة الحرارية للغرف: سواء كان هناك اتزان حراري في الحسابات أو كم التوصيل والحمل الحراري داخل الغرف، ومدى إمكانية تقييم الراحة الحرارية، وكذلك لتباين الكبير في البرامج المعروضة في استخدام متوسطات درجات الحرارة المشعة من البيئة المحيطة والتي تستخدمها أغلب البرامج، وأخيراً يقدم الجدول عرضاً لمعالجة البرامج للإشعاع الشمسي خارج المبني وكذلك توزيعه داخل وبين مناطق المبني.

٢-١-٩-٣- مقارنة بين البرامج من حيث حساب التهوية وسريان الهواء بين الفراغات: يعرض الجدول رقم (٢-٥) كيفية تحريك الهواء إما من الخارج أو بين الغرف أو بالربط مع النظم البيئية، تقدم بعض البرامج نموذج لانتقال الهواء في منطقة واحدة على الأقل، والقليل منها يقدم التعامل مع التهوية الطبيعية، وبرامج أخرى تقدم دعم نموذج سريان الهواء عبر شبكة ضغط [٢].

ومن خلال شرح برامج المحاكاة المتعددة - جدول (٢-٢) - والمقارنة بينهم- جدول (٢-٣) و(٢-٤) و(٢-٥)- تبين للباحث أن برنامج *TAS Building Designer software* لديه العديد من المميزات منها محاكاة درجات الحرارة الداخلية بالفراغات مع قابلية إضافة العديد من المحددات التصميمية والمعالجات المناخية لتحسين الأداء الحراري داخل تلك الفراغات.

[1] James Y. P. Lee, BASc, LEED AP: Sustainable Solution To Building Mechanical System – Simulation Of Thermo-Active Slab With Thermal Mass Using TAS, Earth Tech Canada Inc., Global Facility and Infrastructure, Mechanical Engineering Vancouver, British Columbia, Germany, 2010, pp. 130.

[2] Drury B. Crawley, Jon W. Hand, Michael Kummert, Brent T. Griffith: Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs, Op Cit., pp. 661:677.

جدول (٢-٣): مقارنة بين البرامج من حيث الخصائص العامة لنموذج المحاكاة وكذلك حساب الأحمال الحرارية للفراغات الداخلية<sup>[١]</sup>.

BLAST	BSim	DeST	DOE-2.1E	ECOTECT	Ener-Win	Energy-Express	Energy-10	Energy-Plus	eQUEST	ESP-r	IDA ICE	IES (VE)	HAP	HEED	Power Domus	SUNREL	Tas <sup>[*]</sup>	TRACE	TRNSYS	وجه المقارنة	
																				حساب الأحمال الحرارية للفراغات الداخلية	
X	X					P		X		X	X			X	X	X	X			X	الاعتماد علي درجة الحرارة
X						X		P		X		X		X			X			E	الاعتماد علي حركة الهواء
								E		E		X			X	X					الاعتماد علي معامل حرارة السطح
	X	X	X	X				X		E	R	X		X	X	X	X			X	الاستعانة ببعض الثوابت والمعادلات والعلاقات
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	P			X	X	X	حساب الأحمال الحرارية الداخلية
																					حساب الحجم اليومي للتهوية الصناعية
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	X			درجة الحرارة الجافة
		X	X		X	X		X	X		X	X	X				X	X			الرطوبة النسبية
		X	X		X	X		X	X		X	X	X	X			X	X			الحد الأقصى والأدنى من الراحة الحرارية للمستخدم
		X									X	X	X				X	X	X		حساب الراحة الحرارية للمستخدم (يمكن تحديدها بنفسه)

X خاصية أو قدرة متوافرة وشائعة الاستخدام؛ P خاصية أو إمكانية منفذة جزئياً؛ O خاصية اختيارية؛ R خاصية أو إمكانية اختيارية للاستخدام البحثي؛ E خاصية أو إمكانية تتطلب خبرة بالمجال؛ I خاصية أو إمكانية يصعب الحصول على مدخلاتها.

[1] Drury B. Crawley, Jon W. Hand, Michael Kummert, Brent T. Griffith: **Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs**, Op Cit., pp. 661:677.

[\*] برنامج المحاكاة المستخدم في البحث.

جدول (٤-٢): مقارنة بين البرامج من حيث الأحمال الحرارية للفراغات الخارجية وكذلك تصميم غلاف المبنى الخارجي والإضاءة الطبيعية<sup>[1]</sup>.

BLAST	BSim	DeST	DOE-2.1E	ECOTECH	Ener-Win	Energy Express	Energy-10	Energy Plus	eQUEST	ESP-r	IDA ICE	IES (VE)	HAP	HEED	Power Domus	SUNREL	Tas <sup>[*]</sup>	TRACE	TRNSYS	وجه المقارنة
																				إدخال بيانات المناخية لمنطقة الدراسة
X								X										X		• BLAST/TARP
			X					X	X									X		• DOE-2
								X		X								X		• MoWiTT
X					X		X	X				X		X			X	X		• ASHRAE simple
										X	X									• Ito. Kimura. and Oka correlation
		X						X		X	X	X			X		X	X	X	حساب الأحمال الحرارية للفراغات الخارجية
	X	X						X	X	X	X	X				P	X			تأثير الإشعاع الشمسي الخارجي
	X	X						X		X	X	X				X	X	P	X	انتقال الحرارة الخارجية بالحمل
	P			X				X		X		X			P				X	حساب الإضاءة الطبيعية

X خاصية أو قدرة متوافرة وشائعة الاستخدام؛ P خاصية أو إمكانية منفذة جزئياً؛ O خاصية اختيارية؛ R خاصية أو إمكانية اختيارية للاستخدام البحثي؛ E خاصية أو إمكانية تتطلب خبرة بالمجال؛ I خاصية أو إمكانية يصعب الحصول على مدخلاتها

[1] Drury B. Crawley, Jon W. Hand, Michael Kummert, Brent T. Griffith: **Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs**, Op Cit., pp. 661:677.

[\*] برنامج المحاكاة المستخدم في البحث.

جدول (٢-٥): مقارنة بين البرامج من حيث حساب التهوية وسريان الهواء بين الفراغات [١].

BLAST	BSim	DeST	DOE-2.1E	ECOTEECT	Ener-Win	Energy Express	Energy-10	Energy Plus	eQUEST	ESP-r	IDA ICE	IES (VE)	HAP	HEED	Power Domus	SUNREL	Tas[*]	TRACE	TRNSYS	وجه المقارنة
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	حساب انتقال التهوية عبر فراغ واحد
	X	P						P				X				X	X			حساب معامل ضغط الرياح الخارجي
	X	P						X	P	X	X	X			X	X	X		O	حساب التهوية الطبيعية
	X	P						X		X	X	X				X	X		O	حساب انتقال التهوية عبر فراغات متعددة
	X	P			X					I	X	X			X		X		O	الدمج بين التهوية الطبيعية والصناعية
		X			X			X		X		X			P	X			O	التحكم في نوافذ المبني بناء على ظروف المنطقة الخارجية
								X		X	X	X					X		O	التحكم الإحلال بالتهوية
		X								E										التحكم في ديناميكا الموائع الحسابية (CFD)

X خاصة أو قدرة متوافرة وشائعة الاستخدام؛ P خاصة أو إمكانية منفذة جزئياً؛ O خاصة اختيارية؛ R خاصة أو إمكانية اختيارية للاستخدام البحثي؛ E خاصة أو إمكانية تتطلب خبرة بالمجال؛ I خاصة أو إمكانية يصعب الحصول على مدخلاتها

[1] Drury B. Crawley, Jon W. Hand, Michael Kummert, Brent T. Griffith: **Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs**, Op Cit., pp. 661:677.

[\*] برنامج المحاكاة المستخدم في البحث.

## الفصل الثاني: دراسة تحليلية لبرنامج المحاكاة المستخدم ومعايرته:

من خلال ما سبق عرضه يمكن التوصل إلى وجود العديد من البرامج واسعة الاستخدام في دراسة الأداء الحراري، ومع ذلك فهناك برامج قليلة تستطيع محاكاة المبني بمكوناته وكذلك محاكاة مكونات الواجهة، يأتي برنامج TAS في مقدمة برامج محاكاة الأداء الحراري حيث يقوم البرنامج بحساب نظم التبريد والتدفئة التقليدية والنظم النشطة حرارياً ويبحث مزايا النظام النشط حرارياً.

يمكن أن نحدد نوعين من برامج المحاكاة، كما هو موضح بالجدول (٦-٢):  
**أ- برامج محاكاة العناصر المعمارية:** التي تستطيع محاكاة الواجهة للتنبؤ بسلوكها وأدائها من حيث الحرارة، الطاقة، والنواحي البصرية - وذلك حسب خواص مواد المكون.  
**ب - برامج محاكاة المبني:** التي تستطيع محاكاة المبني ككل (بما في ذلك الواجهة) من أجل التنبؤ بالسلوك الديناميكي الحراري للمبني (درجة الحرارة الداخلية، استهلاك الطاقة، الخ.

جدول (٦-٢): أنواع برامج المحاكاة من حيث محاكاة المبني ومحاكاة مكونات الواجهة [1].

محاكاة مكونات الواجهة	محاكاة المبني	البرنامج
√	X	WIS
√	X	BISCO/TRISCO/VOLTRA
√	√	CAPSOL
√	√	TRNSYS
√	√	ESP-r
√	√	TAS

يمكن لبرنامج TAS إعطاء تحليل وشكل ثلاثي الأبعاد للمبني يضم ملامح كل من الموقع المناخي والغلاف الخارجي وخصائص الفراغات الداخلية، وكذلك محاكاة مفاهيم العمارة الخضراء، فيتميز البرنامج بالقدرة علي وضع حلول تصميمية مثل [2]:

- الأحمال الحرارية للمبني والتخزين السلبي (تبديل الأحمال الحرارية بين عناصر المبني).
- التظليل الخارجي / كاسرات الشمس.
- الإضاءة الطبيعية (تستخدم مع تنسيق الإضاءة بالموقع).
- تصاميم غلاف المبني المتقدمة (مثل الواجهة المزدوجة).
- تحليل الظل.
- التهوية الطبيعية.
- الأرضيات / الأسقف النشطة حرارية (نظام الإشعاع).

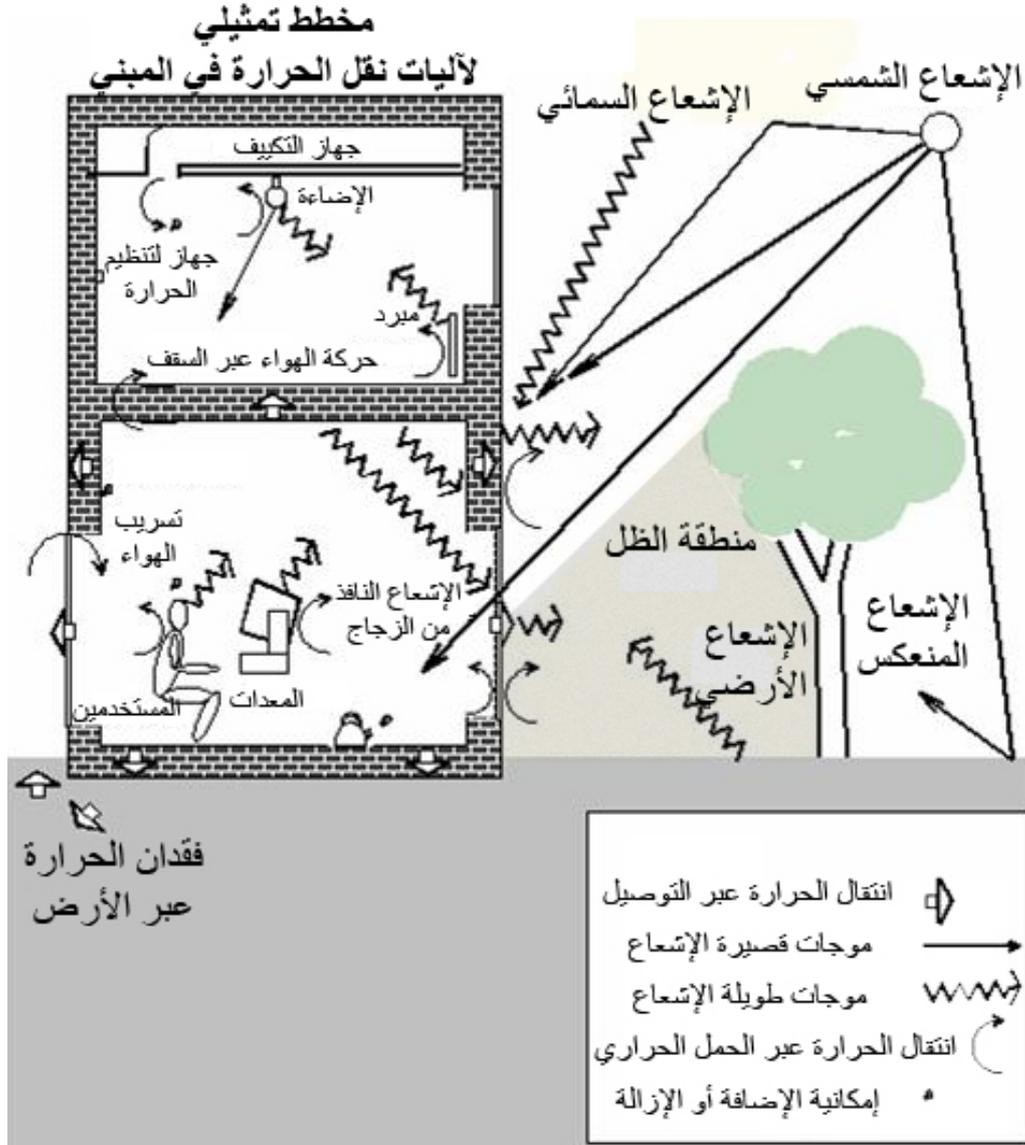
### ٢-٢-١- نبذة عن برنامج المحاكاة المستخدم (TAS):

يعمل البرنامج بأسلوب المحاكاة الديناميكية، والتي فيها يقوم بتتبع السلوك الحراري للمبني من خلال عدة لقطات تؤخذ كل ساعة، مما يعطي المستخدم صورة تفصيلية للطريقة التي يؤدي بها المبني.

[1] Flamant G., Heijmans N., Guiot E: **Determination of the energy performances of ventilated double facades by the use of simulation integrating the control aspects Modeling aspects and assessment of the applicability of several simulation**, Op Cit., pp.7.

[2] www.edsl.net/main/

يسمح هذا الأسلوب بأن نضع في الاعتبار آثار العمليات الحرارية المتعددة التي تحدث بالمبنى، توقيتاتها، مواضعها وتفاعلها<sup>[1]</sup>.  
يبين الشكل رقم (٢-١)، رسم تخطيطي لتلك العمليات الحرارية الداخلية والخارجية، مما يبين حركة الحرارة في مختلف الأشكال من حيث توصيلها من وإلى المبنى عبر آليات انتقال الحرارة المختلفة.



شكل (٢-١): تأثير درجة الحرارة علي الغلاف الخارجي للمبني والفراغات الداخلية<sup>[2]</sup>

يعتبر برنامج Thermal Analysis Software محرك حسابات معقد لصانع النماذج ثلاثية الأبعاد (ويسمى أيضا Tas3D)<sup>[3]</sup>.

[1] James Y. P. Lee, BAsC, LEED AP: **Sustainable Solution To Building Mechanical System – Simulation Of Thermo-Active Slab With Thermal Mass Using TAS**, Op Cit., pp. 10.

[2] Flamant G., Heijmans N., Guiot E: **Determination of the energy performances of ventilated double facades by the use of simulation integrating the control aspects Modeling aspects and assessment of the applicability of several simulation**, Op Cit., pp.127.

[3] [www.edsl.net/main/Support/Documentation.aspx](http://www.edsl.net/main/Support/Documentation.aspx)

ويتكون البرنامج من ثلاث مكونات رئيسية وأساسية وهم:

### TAS 3D Modeler. TAS Building Simulator. TAS Results Viewer

ويبين الشكل رقم (٢-٢)، الترتيب المعتاد لإجراء عملية المحاكاة لكل تطبيق داخل حزمة TAS الثلاثية، فيستخدم أولاً صانع النماذج الثلاثية الأبعاد لصنع هندسة المبنى وتمييز حدود كل فراغ، ثم يتم إرسال (الشكل الهندسي وعناصر البناء والمناطق والأسطح) إلى تطبيق محاكاة المبنى، أثناء عملية الإرسال يمكن إجراء الحسابات المختلفة.



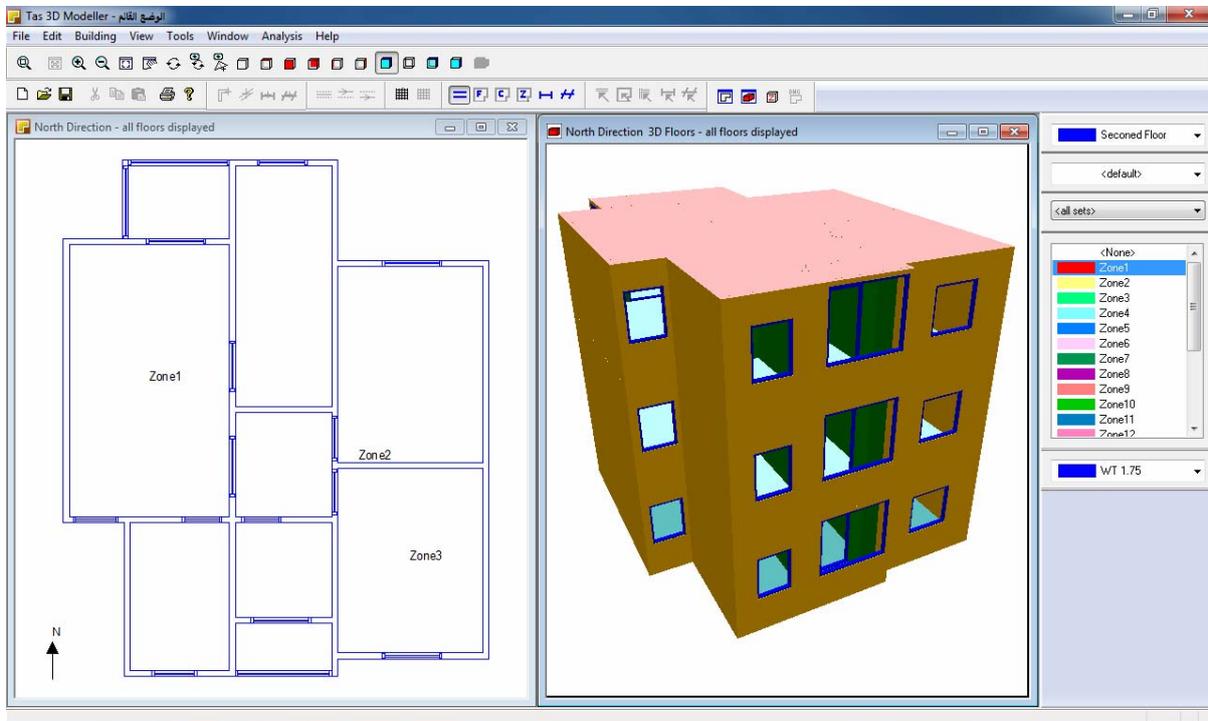
شكل (٢-٢): التتابع المعتاد لاستخدام برنامج TAS [١].

#### ٢-٢-٢-٢-٢-٢-٢-٢: مكونات برنامج TAS:

وعند النظر إلى نافذة البرنامج فإنها تضم أوامر إعداد ورسم المبنى وعمل فتحات الأبواب والشبابيك ووسائل التظليل المختلفة للفتحات وغيرها من الإعدادات، مما يسهل استخدام البرنامج ويجعله أكثر إنتاجاً، وفيما يلي شرح لتلك المكونات:

#### ٢-٢-٢-٢-٢-٢-٢-٢-٢-٢: بناء النموذج (محل الدراسة):

يوجد ببرنامج TAS إمكانية رسم المبنى ثلاثي الأبعاد المطلوب محاكاته، ويمكن أيضاً رسم مباني ما تزال في طور التخطيط أو الكروكي أو يمكن أيضاً استيراد رسومات AutoCAD لصنع المزيد من النماذج التفصيلية – شكل (٣-٢).

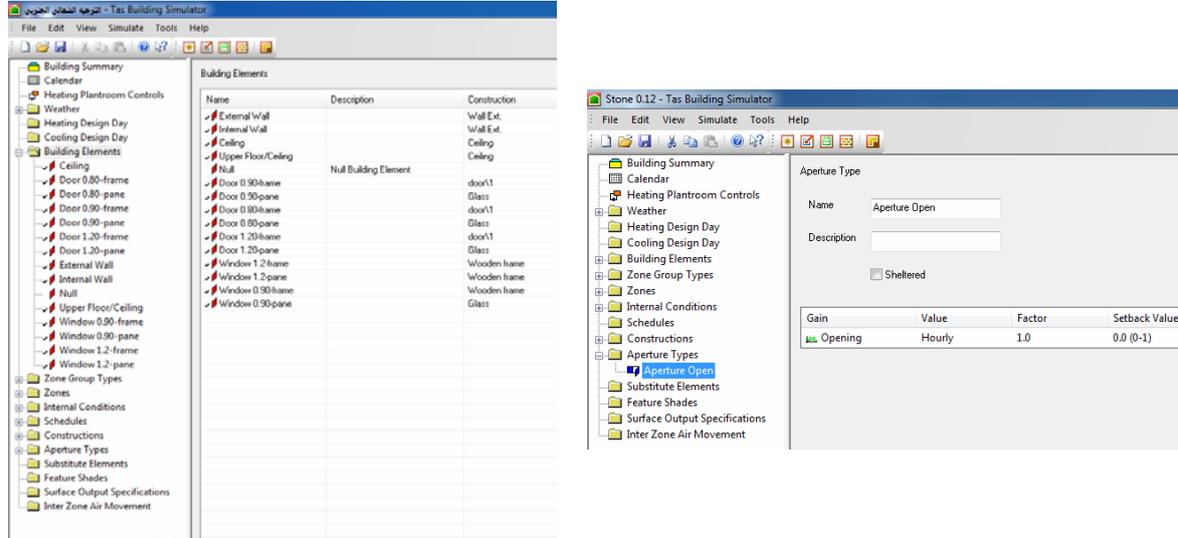


شكل (٣-٢): نافذة البرنامج للنموذج السكني المطلوب محاكاته [٢].

[1] TAS Building Designer software (EDSL Tas Version 9.2.0)

## ٢-٢-٢-٢- إدخال بيانات النموذج السكني:

يتم إدخال جميع بيانات النموذج السكني وهي كالتالي: (البيانات المناخية للمنطقة وإدخال ساعات إشغال المبنى بالسكان وساعات عدم الإشغال وكذلك العناصر الإنشائية المكونة للمبنى السكني، وتحديد عدد ساعات فتح النوافذ في اليوم وبأي نسبة يتم فتحها وكذلك إمكانية عمل وسائل تظليل بأنواعها المختلفة وأخيراً إدخال الأحمال الحرارية الناتجة من العناصر الموجودة بالفراغات السكنية مثل الأشخاص والمعدات والإضاءة) - شكل (٤-٢).

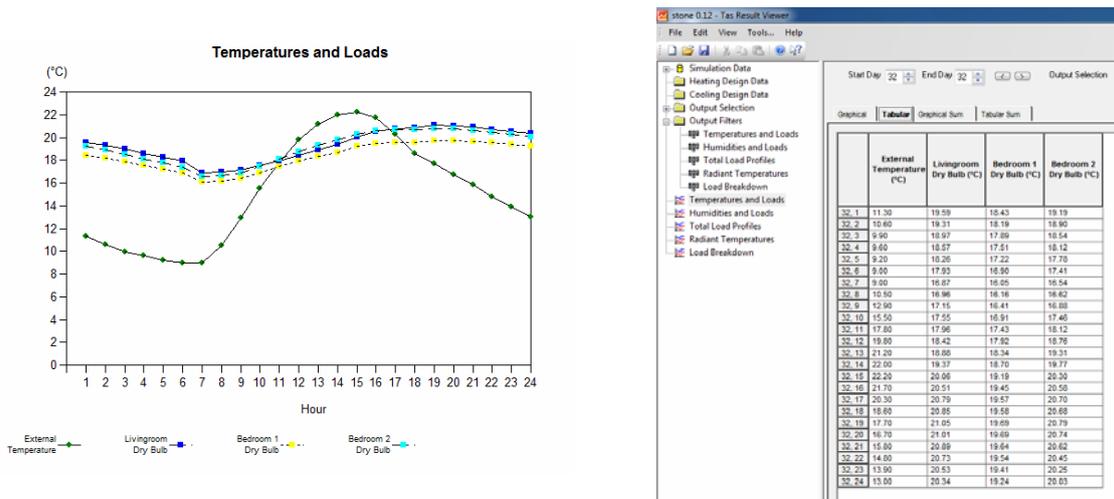


شكل (٤-٢): نافذة إدخال بيانات النموذج السكني المطلوب محاكاته [١].

## ٢-٢-٢-٣- عرض نتائج برنامج المحاكاة:

يمكن عرض أي مجموعة معاملات من أي عدد من المناطق والأسطح ومقارنتها في صورة جداول ومنحنيات.

لذا فيمكن دمج تطبيقات أطراف أخرى باستخدام واجهات الأتمتة لإدخال واستخراج البيانات، حتى ملفات نتائج المحاكاة الكبيرة التي تصل إلى عدة مئات من الميجابايتس يمكن العمل عليها بسرعة كبيرة من خلال هذه التقنية، وتحويلها لامتدادات برامج الورد والأكسيل لتحليل تلك النتائج - شكل (٥-٢) [١].



شكل (٥-٢): نافذة البرنامج لعرض النتائج (جداول ومنحنيات) [١].

[1] <http://www.edsl.net/main/Support/Documentation.aspx>.

## ٢-٢-٣- الدراسات السابقة التي استخدمت برنامج المحاكاة TAS:

شملت دراسات عديدة منها الأبحاث المنشورة ومنها رسائل الماجستير والدكتوراه العالمية والمنشورة في المجالات الدولية استخدام البرنامج ونذكر منها الآتي:

### ٢-٢-٣-١- الأبحاث العلمية المنشورة:

ونذكر منها بعض الأبحاث المنشورة مؤخراً:

- نظام تحكم مدعوم بالمحاكاة للتهوية الطبيعية في المباني<sup>[٢]</sup>.
- أثر التهوية الطبيعية والتحكم في الإضاءة على استخدام الطاقة والسخونة الزائدة لمبنى صناعي مضاء طبيعياً<sup>[٣]</sup>.
- الأداء الحراري للمباني الإدارية في غانا<sup>[٤]</sup>.
- إمكانية تقليل حمل التبريد من خلال الواجهات والزجاج في المباني الإدارية متوسط وعالية الارتفاع في الأجواء المناخية شبه الحارة<sup>[٥]</sup>.
- نمذجة الطبقات الحرارية في الفناء المركزي باستخدام برنامج TAS والتحقق من نتائج المحاكاة<sup>[٦]</sup>.

### ٢-٢-٣-٢- الرسائل العلمية:

ونذكر منها بعض الرسائل:

- بحث نظم الحوائط الخرسانية لتقليل متطلبات التدفئة والتبريد في مسكن لعائلة واحدة<sup>[٧]</sup>.
- الآثار المترتبة علي ظاهرة الاحتباس الحراري على أداء الطاقة والبيئة الحرارية الداخلية للمباني الإدارية كيفية الهواء في أستراليا<sup>[٨]</sup>.
- استخدام المحاكاة لتقييم وتحسين أداء الغلاف الخارجي للمباني الإدارية بالقاهرة<sup>[٩]</sup>.

[1] TAS Building Designer software (EDSL Tas Version 9.2.0)

[2] Ardeshir Mahdavi, Kristina Orehoung, Claus Pröglhof: **A Simulation-Supported Control Scheme For Natural Ventilation In Buildings**, Eleventh International IBPSA Conference, Glasgow, Scotland, 27-30 July, 2009, pp. 783:788.

[3] Xiaoxin Wang, Chris Kendrick, Ray Ogden: **Influences Of Lighting Control And Natural Ventilation On Energy Use And Overheating For A Day-Lit Industrial Building**, Eleventh International IBPSA Conference, Glasgow, Scotland, 27-30 July, 2009, pp. 1650.

[4] Christian Koranteng, Ardeshir Mahdavi, Kristina Orehoung, Claus Pröglhof: **Thermal Performance Of Office Buildings In Ghana**, Eleventh International IBPSA Conference, Glasgow, Scotland, 27-30 July, 2009, pp. 1880:1886.

[5] Demirbilek, Nur and Depczynski, Fabrice S.: **Potential of reducing cooling loads through açade and glass types in medium and high-rise office buildings in sub-tropical climatic regions**, 3rd International Solar Energy Society Conference 2008 46th Australian New Zealand Solar Energy Society Conference, Australia, NSW, Sydney, 25- 28 November 2008.

[6] A.H. Abdullah1, and F. Wang: **Modeling Thermal Stratification in Atrium Using TAS Program and Verification of Prediction Results**, International Journal of Integrated Engineering, Issue on Civil and Environmental Engineering, 2010, pp.79:93.

[7] Ian Ross Doebber: **Investigation of Concrete Wall Systems for Reducing Heating and Cooling Requirements in Single Family Residences**, Mc. S., Faculty of engineering, University of Blacksburg, Virginia, 2004.

[8] Lisa Guan: **The Implication of Global Warming on the Energy Performance and Indoor Thermal Environment of Air-Condition Office Building in Austarlia**, PH. D., Faculty of Built Environment and Engineering, Queensland University of Technology, Australia, 2006.

[9] Essam Salah Said: **Using Simulation to Evaluate and Improve the Performance of the Outer Envelope of Buildings**, Op. Cit.

من خلال العرض السابق للدراسات السابقة التي استخدمت برنامج TAS، يتضح لنا أهمية برنامج المحاكاة المستخدم، وانتشاره في مجال تحسين الأداء الحراري وأهميته في المساعدة علي التصميم المناخي لأي مبنى قبل البدء في عملية التصميم. وأيضاً يمكن به إضافة وحذف المفردات المناخية في المبني للوصول إلي الراحة الحرارية للإنسان داخل الفراغات مثل:

- تغيير مواد البناء والأسماك المختلفة.
- إضافة وسائل التظليل بأنواع والبروزات المختلفة.
- تغيير محددات النوافذ وأنواع الزجاج.
- تغيير ألوان تشطيبات الواجهات الخارجية.

## ٢-٢-٤ - معايرة البرنامج المستخدم (معامل تصحيح البرنامج):

يناقش هذا الجزء بالتحليل القياسات الميدانية لدرجات الحرارة الداخلية والخارجية لمبني سكني ثم عمل محاكاة لنفس النموذج السكني باستخدام برنامج المحاكاة واستخراج النتائج ومقارنتها بنتائج القياسات الميدانية للوصول إلي نسبة الخطأ بنتائج البرنامج.

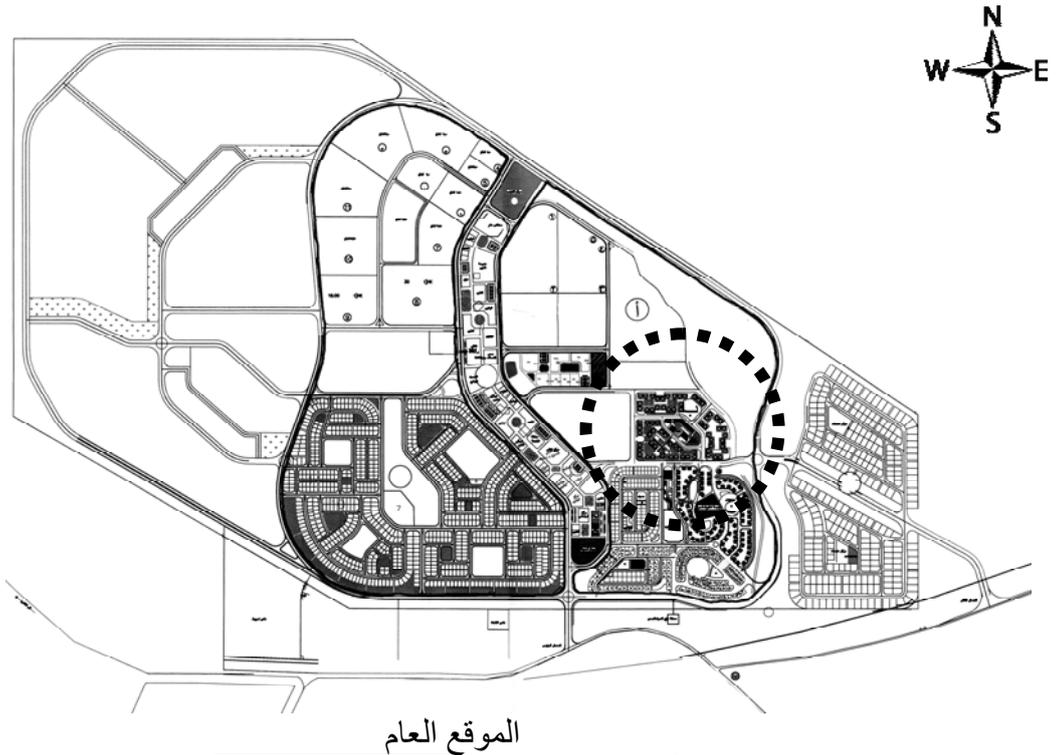
تتم عملية المعايرة عن طريق مقارنة نتائج القياسات الميدانية ونتائج برنامج المحاكاة لنفس المبني ومكوناته ولنفس الظروف المناخية للموقع ونفس أماكن القياسات.

أجريت قياسات ميدانية في نفس ظروف دراسة الحالة الخاصة بالبحث - منطقة إسكان ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة - حيث تمت تلك القياسات في مبني سكني بمنطقة إسكان المستقبل بمدينة أسيوط الجديدة في الفترة الباردة والفترة الحارة<sup>[\*]</sup>، يوضح الشكل (٦-٢) موقع منطقة إسكان المستقبل الذي تم بها القياسات الميدانية وأيضاً موقع منطقة إسكان ابني بيتك - دراسة الحالة، حيث نلاحظ تشابه الملامح المعمارية والعمرانية والظروف المناخية حتى تكون المعايرة واقعية وسليمة، أما عن الشكل (٧-٢) نلاحظ الموقع العام لمدينة أسيوط الجديدة موضحاً عليه منطقة إسكان المستقبل، وعرض لموقع النموذج السكني رقم (٢٧) - موقع القياسات الميدانية.



شكل (٦-٢): الموقع العام لمدينة أسيوط الجديدة موضح عليها أماكن إسكان ابني بيتك (المرحلة الأولى) وإسكان المستقبل

[\*] دراسة ميدانية تم عملها برسالة الماجستير الخاصة بالمهندس رياض محمد عبد الله الشميري بعنوان: تأثير الظروف المناخية على التجمعات السكنية بالمدن الصحراوية بصعيد مصر (مدينة أسيوط الجديدة كمثال تطبيقي)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ٢٠٠٦.



شكل (٧-٢): الموقع العام لإسكان المستقبل<sup>[١]</sup>.

#### ٢-٢-٤-١- المبنى السكني رقم (٢٧):

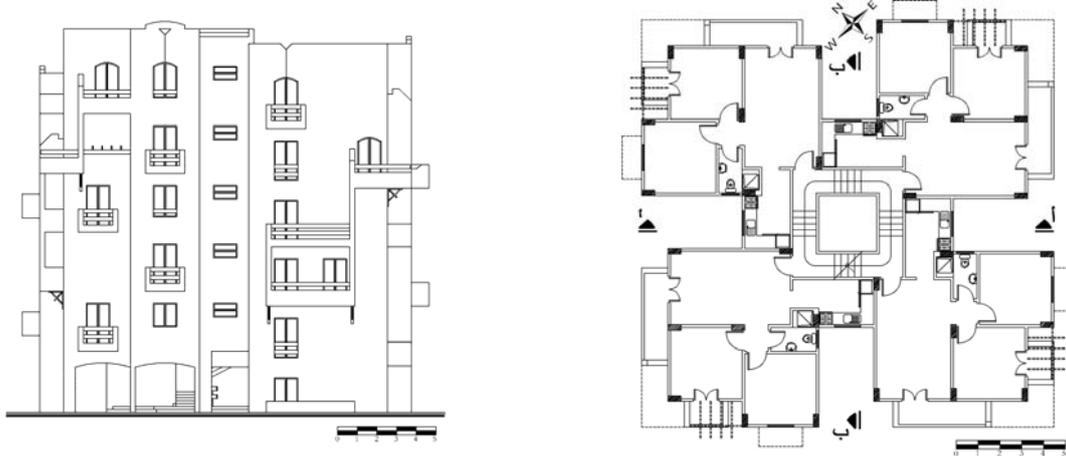
يقع هذا المبنى السكني في إسكان المستقبل نموذج قمر الدين كما هو موضح بالمسقط الأفقي والواجهة الأمامية للمبنى السكني بشكل (٨-٢).

#### • وصف المبنى السكني:

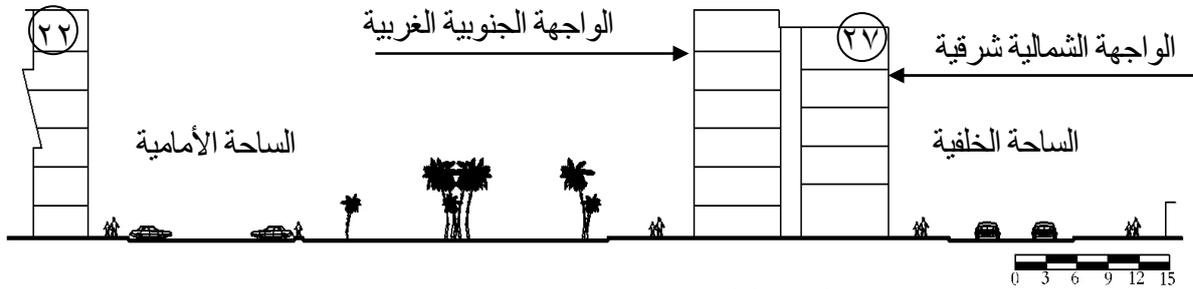
يتكون المبنى السكني من خمسة أدوار، وكل دور يتكون من أربع وحدات سكنية، على مستويات مختلفة وكل وحدة تتكون من صالة استقبال مع غرفتين نوم ومطبخ وحمام والارتفاع الصافي للدور

[١] جهاز مدينة أسيوط الجديدة (مرجع سابق).

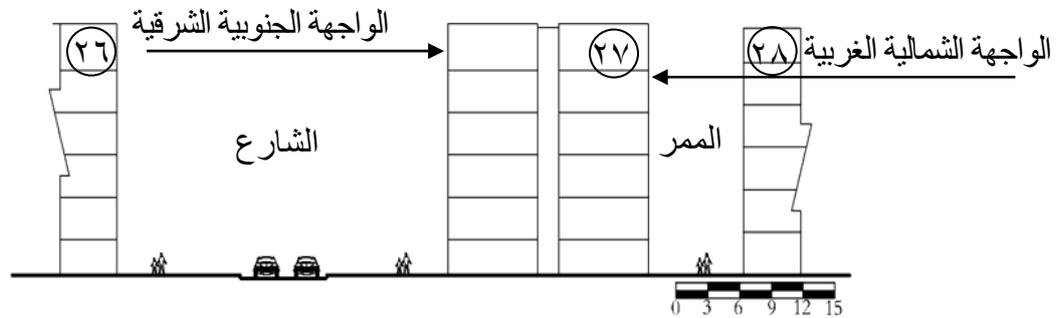
السكني ٢,٨٠م. وهذا المبنى السكني يطل في الاتجاه الشمالي الشرقي على شارع متسع بعرض ٢٧م، وفي الاتجاه الجنوبي الغربي يطل المبنى السكني على حديقة بعرض ٢٩,٦م وهذه الحديقة ضمن ساحة تقدر عرضها بحوالي ٥٨م، وفي الاتجاه الجنوبي الشرقي يطل المبنى على شارع متسع بعرض ٣١م، وفي الاتجاه الشمالي الغربي يطل المبنى على شارع ضيق (ممر) بعرض ٩,١٠م يفصل بين هذا المبنى ومبنى آخر، شكل (٩-٢)، (١٠-٢) [١].



شكل (٨-٢): المسقط الأفقي للدور المتكرر والواجهة الجنوبية الغربية للمبنى السكني رقم ٢٧ (نموذج قمر الدين) [٢].



شكل (٩-٢): قطاع رأسي (أ-أ) يمر في المبنى السكني رقم (٢٧) (نموذج قمر الدين).

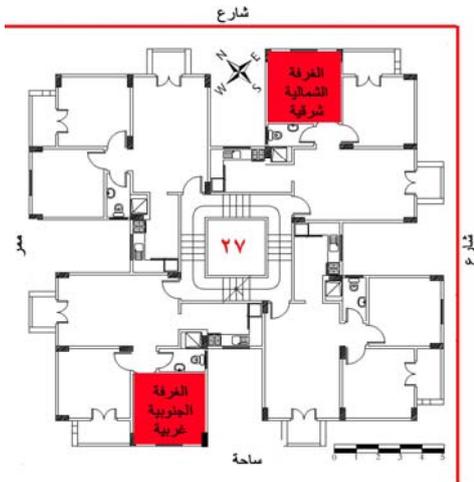


شكل (١٠-٢): قطاع رأسي (ب-ب) يمر في المبنى السكني رقم (٢٧) (نموذج قمر الدين) [١].

[١] رياض محمد عبد الله الشميري: تأثير الظروف المناخية على التجمعات السكنية بالمدن الصحراوية بصعيد مصر (مدينة أسبوط الجديدة كمثال تطبيقي)، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسبوط، ٢٠٠٦، ص ١١٢.  
[٢] وزارة الإسكان والمرافق والمجمعات العمرانية، مدينة أسبوط الجديدة، (مرجع سابق).

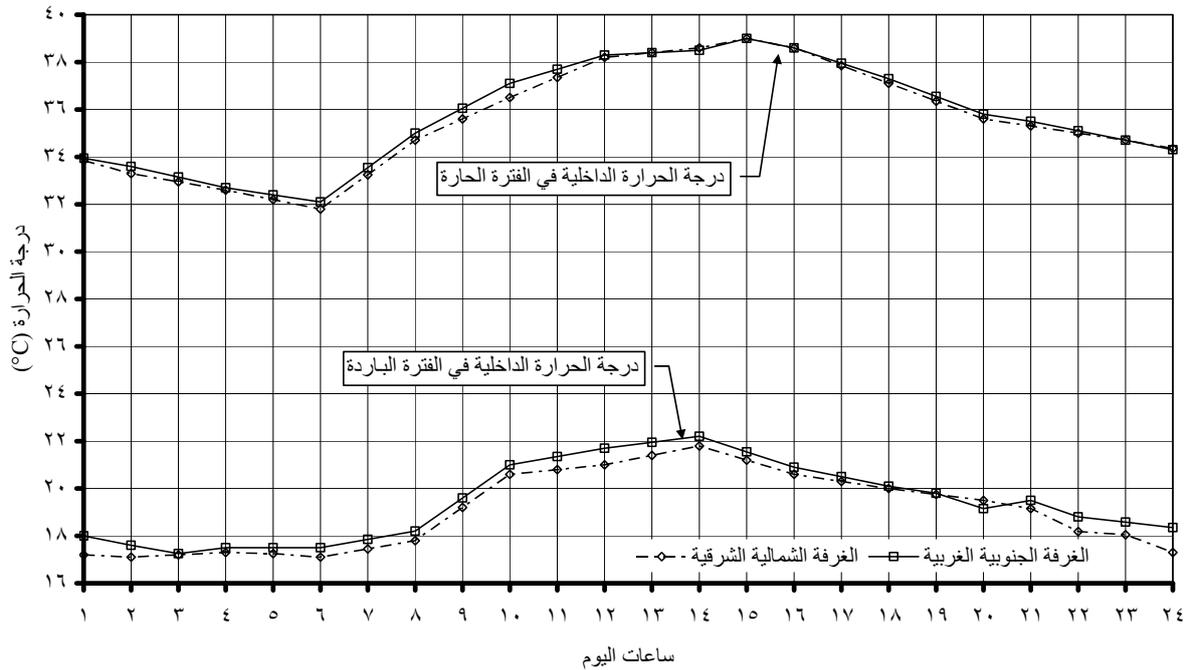
## ٢-٤-٢-٢- عرض للقياسات الميدانية للفترتين الحارة والباردة[\*]:

يتم في هذا الجزء عرض لدرجات الحرارة للفراغات الداخلية للنموذج السكني – بمنطقة إسكان المستقبل – لكل من الفترة الباردة والفترة الحارة.  
حيث يوضح الشكل رقم (١١-٢)، الغرف الشمالية الشرقية والغرف الجنوبية الغربية بالنموذج السكني، والذي تمت القياسات فيهما.



شكل (١١-٢): الغرف المقاسة بالمبني رقم (٢٧) بمنطقة إسكان المستقبل.

يوضح الشكل رقم (١٢-٢)، قيم درجات الحرارة الداخلية للغرف في الفترة الباردة والحارة والتي تقع في الدور الخامس في المبني.



شكل (١٢-٢): نتائج القياسات الميدانية لدرجات الحرارة للغرف في الفترة الحارة والباردة- انظر الجدول (أ-١) و(أ-٢) بالملحق (أ)

ومن دراسة الشكل السابق نجد أن الغرفة ذات التوجيه الشمالي الشرقي في الفترة الباردة، سجلت أعلى درجة حرارة ٢١,٨°م عند الساعة ٢ ظهراً، وأقل درجة حرارة ١٧,١°م عند الساعة ٦ صباحاً، أما

[\*] جميع درجات الحرارة التي تم رصدها بواسطة القياسات الميدانية تم وضعها بالملحق رقم (أ).

الغرفة ذات التوجيه الجنوبي الغربي، فسجلت أعلى درجة حرارة ٢٢,٢°م عند الساعة ٢ ظهراً، وأقل درجة حرارة ١٧,٥°م عند الساعة ٦ صباحاً.

أما عن الفترة الحارة، فيلاحظ أن الغرفة ذات التوجيه الشمالي الشرقي، فسجلت أعلى درجة حرارة ٣٨,٦°م عند الساعة ٢ ظهراً و٤ عصرًا، وأقل درجة حرارة ٣١,٨°م عند الساعة ٦ صباحاً، أما الغرفة ذات التوجيه الجنوبي الغربي، فسجلت أعلى درجة حرارة ٣٨,٦°م عند الساعة ٤ عصرًا، وأقل درجة حرارة ٣٢,١°م عند الساعة ٦ صباحاً [١].

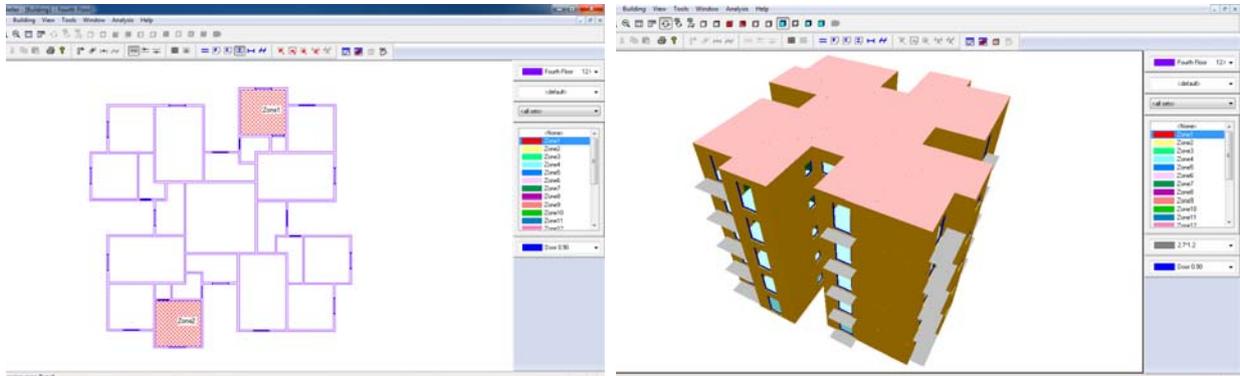
## ٢-٢-٤-٣- البيانات المطلوبة لمحاكاة النموذج السكني:

تتم عملية المحاكاة للمبني عن طريق عدة عمليات متتابعة لا بد من تسلسلها، ويمكن ذكر تلك البيانات في النقاط الآتية:

- البيانات المناخية لمدينة أسيوط.
  - خواص مواد البناء بالمبنى السكني.
  - ساعات فتح الشبابيك في اليوم الواحد لجميع الأيام المقاسة ميدانياً.
  - الأحمال الحرارية الناتجة من الإضاءة الصناعية.
  - الأحمال الحرارية الناتجة من عناصر الفرش والأشخاص تساوي صفر، نظراً لعدم وجودهما وقت القياس الميداني.
- وفيما يلي عرض للخطوات المتبعة لإجراء عملية المحاكاة:

## أ- بناء النموذج السكني:

يوضح الشكل رقم (٢-١٣)، النموذج السكني المختار لمعايرة برنامج المحاكاة حيث يتكون من أرضي وأربع أدوار، ويتم تحدد في هذا الجزء الغرف المراد قياسها وهو ما يسمى بالـ (Zones).



شكل (٢-١٣): بناء النموذج السكني علي برنامج المحاكاة والغرف المقاسة بالمبني رقم (٢٧) بمنطقة إسكان المستقبل بالدور الأخير

## ب- إدخال البيانات المناخية:

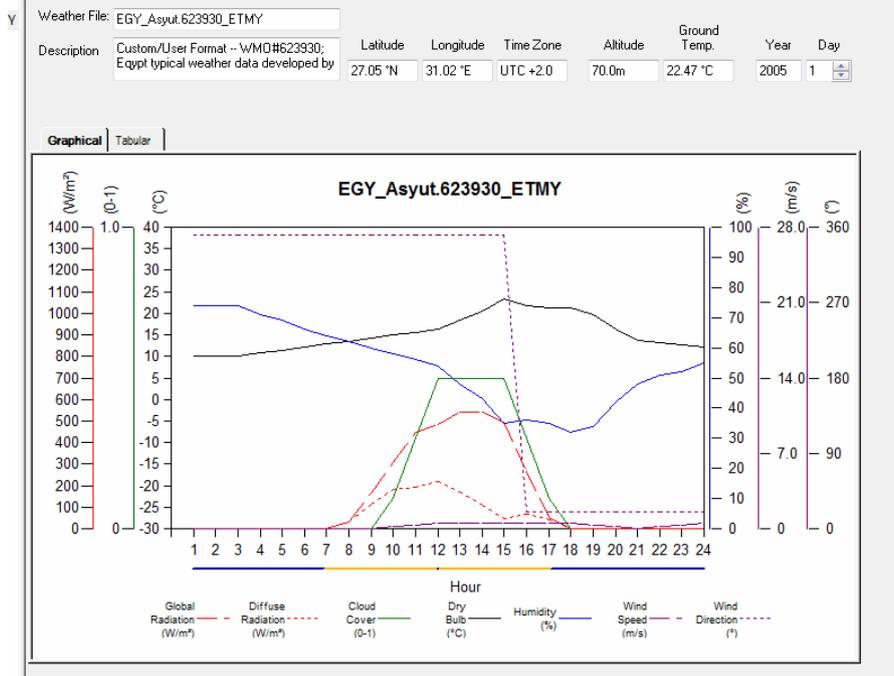
تعتبر البيانات المناخية من أهم البيانات الضرورية للبرنامج، حيث لا يستطيع أي برنامج حساب درجات الحرارة الداخلية بدون إدخال البيانات المناخية الخاصة بالموقع، ويمكن تحديد أهم العناصر المناخية كالآتي [\*]:

- الإشعاع الشمسي.
- الرطوبة النسبية.
- الغطاء السمائي.
- سرعة الهواء.
- درجات الحرارة الجافة.
- اتجاه الرياح.

[١] رياض محمد عبد الله الشميري : تأثير الظروف المناخية على التجمعات السكنية بالمدن الصحراوية بصعيد مصر (مدينة أسيوط الجديدة كمثال تطبيقي)، (مرجع سابق)، ص ١٦٣.

[\*] تم الاستعانة بالبيانات المناخية الخاصة بمدينة أسيوط كملف مناخي من برنامج المحاكاة Trnsys-16.

يوضح الشكل رقم (٢-١٤) و (٢-١٥)، البيانات المناخية المطلوب إدخالها كل يوم علي حدة في أيام السنة.



شكل (٢-١٤): طريقة عرض البيانات المناخية بالمنحنيات.

Weather File: EGY\_Asyut.623930\_ETMY

Description: Custom/User Format -- WMO#623930; Egypt typical weather data developed by

Latitude: 27.05 °N Longitude: 31.02 °E Time Zone: UTC +2.0 Altitude: 70.0m Ground Temp.: 22.47 °C Year: 2005 Day: 1

Graphical | Tabular

Hour	Global Solar Radiation (W/m²)	Diffuse Solar Radiation (W/m²)	Cloud Cover (0-1)	Dry Bulb (°C)	Relative Humidity (%)	Wind Speed (m/s)	Wind Direction (°)
1	0.00	0.00	0.0000	10.20	74.00	0.0	350.0
2	0.00	0.00	0.0000	10.20	74.00	0.0	350.0
3	0.00	0.00	0.0000	10.20	74.00	0.0	350.0
4	0.00	0.00	0.0000	10.90	71.00	0.0	350.0
5	0.00	0.00	0.0000	11.50	69.00	0.0	350.0
6	0.00	0.00	0.0000	12.20	66.00	0.0	350.0
7	0.00	0.00	0.0000	12.90	64.00	0.0	350.0
8	32.00	29.00	0.0000	13.50	62.00	0.0	350.0
9	167.00	115.00	0.0000	14.20	60.00	0.0	350.0
10	307.00	181.00	0.1000	14.90	58.00	0.2	350.0
11	445.00	191.00	0.3000	15.50	56.00	0.3	350.0
12	486.00	220.00	0.5000	16.20	54.00	0.5	350.0
13	543.00	170.00	0.5000	18.30	48.00	0.5	350.0
14	543.00	109.00	0.5000	20.40	43.00	0.5	350.0
15	497.00	45.00	0.5000	23.40	35.00	0.5	350.0
16	267.00	69.00	0.3000	21.80	36.00	0.5	20.0
17	52.00	40.00	0.1000	21.30	35.00	0.5	20.0
18	0.00	0.00	0.0000	21.30	32.00	0.5	20.0
19	0.00	0.00	0.0000	19.80	34.00	0.3	20.0
20	0.00	0.00	0.0000	16.30	42.00	0.2	20.0
21	0.00	0.00	0.0000	13.80	48.00	0.0	20.0
22	0.00	0.00	0.0000	13.20	51.00	0.2	20.0
23	0.00	0.00	0.0000	12.70	52.00	0.3	20.0
24	0.00	0.00	0.0000	12.10	55.00	0.5	20.0

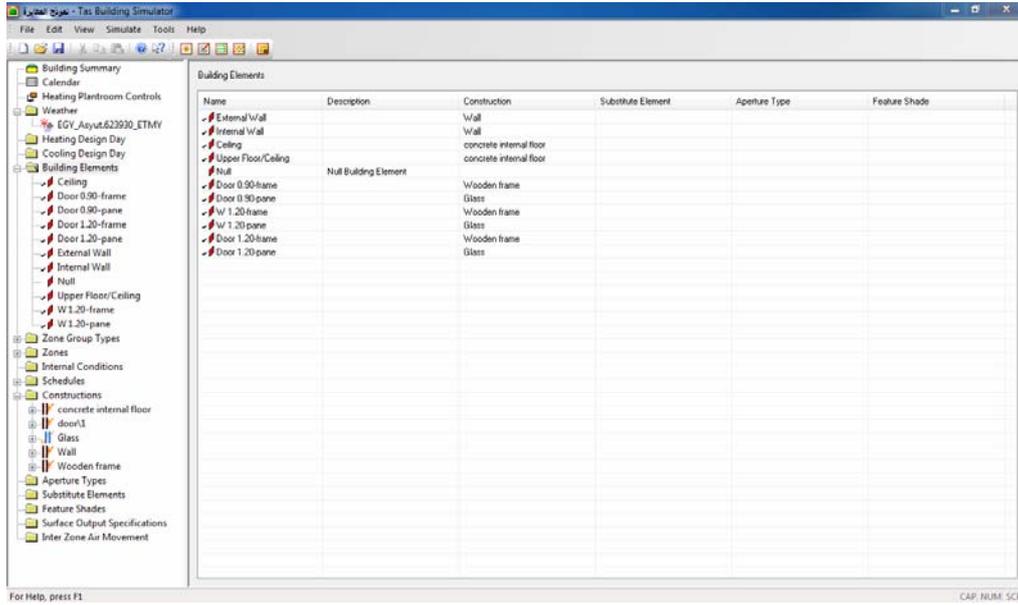
شكل (٢-١٥): طريقة عرض البيانات المناخية بالجدول والقيم.

ج- إدخال مواد البناء الخاصة بعناصر المبني:

يمكن تلخيص مكونات المبني إلي أربع عناصر – شكل (٢-١٦)- وهم:

- أرضية الدور.
- سقف الدور سواء كان متكرر أو نهائي.

- الحوائط.
- الفتحات (أبواب و شبابيك).



شكل (٢-١٦): عناصر مبني المعاييرة

لعناصر المبني السابقة مواد بناء وتشطيبات، ولكل مادة بناء أو تشطيب خارجي وداخلي يحمل صفات حرارية وصفات خاصة تختلف من مادة لأخرى، يوضح شكل رقم (٢-١٧) إمكانية اختيار مواد البناء وتحديد الصفات الخاصة به وأهم تلك الصفات هي: انتقال الحرارة عبر المادة وكذلك تحديد كثافتها وسمك المادة وغيرها من الصفات.

Solar Absorptance		Emissivity		Conductance (W/m <sup>2</sup> ·°C)	Time Constant
Ext. Surf.	Int. Surf.	External	Internal		
0.650	0.650	0.900	0.900	26.667	0.000

Layer	M-Code	Width (mm)	Conducti...	Convecti...	Vapour D...	Density (...)	Specific ...	Description
Inner	am1concd\2	150.0	4.0	0.0	34.000	1200.0	920.0	CONCRETE 3' m.c. 9 *3

\* layer ignored in U-Value/R-Value Calculation

U/R Values (ISO 6946) (Homogenous)		
Flow Direction	Internal U Value (W/m <sup>2</sup> ·°C)	External U Value (W/m <sup>2</sup> ·°C)
Horizontal	3.361	4.819
Upward	4.211	5.634
Downward	2.649	4.04

شكل (٢-١٧): طريقة إدخال الخواص الحرارية لمواد البناء الخاصة بمبني المعاييرة

ويوضح الجدول رقم (٢-٧) و(٢-٨) و(٢-٩) و(٢-١٠) إدخال بيانات مواد البناء الخاصة بالنموذج وكذلك الصفات الخاصة والحرارية لمواد البناء طبقاً لما هو موجود بالفعل في الواقع.

جدول (٧-٢): خواص مكونات سقف الدور السكني لمبني المعايير [٢\*].

مادة البناء	الكود	السّمك (ملم)	معامل التوصيل الحراري (وات /م. درجة مئوية)	معامل انتشار البخار	الكثافة (كجم/م <sup>٣</sup> )	الحرارة النوعية (جول /كجم. درجة مئوية)
بلاطات أسمنتية	am1tile\3	٢٠	١,١٠	٣٤	٢١٠٠	٨٣٧
رمل	am1aggr\18	٦٠	١,٤٣	٣٤	٢٤٠٠	١٠٤٢
مونة أسمنتية	am1plast\24	٢٠	١,٥١٣	٢٢	١٦٠٠	١٠٠٠
خرسانة مسلحة	am1concl\1	١٢٠	٢,٤٠	٣٤	٢٣٦٠	١٠٣٠
طرطشة مونة	am1plast\24	٢٠	١,٥٣	٢٢	١٦٠٠	١٠٠٠
طبقة بياض	am1plast\17	١	٠,٥٧٧	١١	١٧٦٠	٨٣٧
لون أبيض نهائي (دهان)	am1s\38	٠,١	٩٩٩,٩٩	٥,٥٦٥	٠,٠٠١	٠,٠٠١

جدول (٨-٢): الصفات الحرارية الخاصة بخشب الأبواب والنوافذ لمبني المعايير.

مادة البناء	الكود	السّمك (ملم)	معامل التوصيل الحراري (وات /م. درجة مئوية)	معامل انتشار البخار	الكثافة (كجم/م <sup>٣</sup> )	الحرارة النوعية (جول /كجم. درجة مئوية)
الخشب	am1wood\33	٥٠	١,٣٨	١١,٤٢	٥٠٠	٢٨٠٥

جدول (٩-٢): خواص مواد البناء بالحوائط الداخلية والخارجية للنموذج السكني.

مادة البناء	الكود	السّمك (ملم)	معامل التوصيل الحراري (وات /م. درجة مئوية)	معامل انتشار البخار	الكثافة (كجم/م <sup>٣</sup> )	الحرارة النوعية (جول /كجم. درجة مئوية)
لون أبيض نهائي	am1s\38	١٠	٩٩٩,٩٩	٥,٥٦٥	٠,٠٠١	٠,٠٠١
طبقة دهان	am1plast\17	١٠	٠,٥٧٧	١١	١٧٦٠	٨٣٧
طرطشة مونة	am1plast\24	٢٠	١,٥٣	٢٢	١٦٠٠	١٠٠٠
طوب أحمر	am1brick\30	١٢٠	١,٣٣	٨	١٨٠٠	٩٢٠
طرطشة مونة	am1plast\24	٢٠	١,٥٣	٢٢	١٦٠٠	١٠٠٠
طبقة بياض	am1plast\17	١	٠,٥٧٧	١١	١٧٦٠	٨٣٧
لون أبيض نهائي (دهان)	am1s\38	٠,١	٩٩٩,٩٩	٥,٥٦٥	٠,٠٠١	٠,٠٠١

[\*] توجد عديد من أشكال الأحمال الحرارية داخل المبني السكني، وتمثل مواد البناء أحد صور الحمل الحراري نتيجة تخزين تلك المواد للحرارة ثم نشرها داخل الفراغ السكني، تم تعريف الصفات الحرارية الخاصة بالمواد في الباب الأول - الفصل الثاني.

جدول (١٠-٢): الصفات الحرارية الخاصة بزجاج النوافذ الدور السكني لمبني المعايرة .

مادة البناء	الكود	السلك (مللم)	انتقال الإشعاع الشمسي	الانعكاس الخارجي للإشعاع الشمسي	الانعكاس الداخلي للإشعاع الشمسي	الانبعاث الحراري الخارجي	الانبعاث الحراري الداخلي	معامل التوصيل الحراري (وات /م. درجة مئوية)	معامل انتشار البخار
زجاج النوافذ	am1pilk\26	٦	٠,٦٣	٠,٢٠	٠,١٥	٠,٢٥	٠,٨٤٥	١	٩٩٩

#### د- الأحمال الحرارية المكتسبة داخل الفراغ:

تم حساب الأحمال الحرارية بناءً على المعلومات الآتية [\*]:

- الغرف الذي تم القياس بها هي غرف النوم أي أن عدد الأفراد الموجودين ٢ فرد.
- لا يوجد فرش وأجهزة ( أثناء عمل القياسات الميدانية).
- الإضاءة عبارة عن مصباحين فلورسنت طول كل منهما ١,٢٠م.
- عدم وجود شيش لزجاج الشبائيك (لكي يتم الحساب على الحالة الأسوأ وكذلك لسماح دخول الإضاءة الطبيعية داخل الفراغات).

ومن ذلك تم حساب الأحمال الحرارية - شكل (٢-١٨) - كالآتي:

إجمالي الأحمال الحراري = الحرارة الناتجة من الأشخاص + الحرارة الناتجة من الأجهزة + الحرارة الناتجة من الإضاءة + الحرارة الكامنة من الأشخاص.

إجمالي الأحمال الحراري = ٢ وات/م<sup>٢</sup> + صفر وات/م<sup>٢</sup> + ١٢ وات/م<sup>٢</sup> + صفر وات/م<sup>٢</sup> = ١٤ وات/م<sup>٢</sup>  
 وتم حساب الأحمال الحرارية نتيجة تسرب الهواء الساخن إلي الداخلي عبر الشبائيك وتم فرض أن الشبائيك متوسطة الإحكام وتم فرض القيمة = ٠,٥٠ [\*].

Gain	Value	Factor	Setback Value	Schedule
Infiltration	0.1 ach	1.0	0.0 ach	
Ventilation	Hourly	0.75	0.0 ach	
Lighting Gain	Hourly	0.75	0.0 W/m <sup>2</sup>	
Occupancy Sensi...	Hourly	1.0	0.0 W/m <sup>2</sup>	
Occupancy Latent...	Hourly	1.0	0.0 W/m <sup>2</sup>	
Equipment Sensib...	3.0 W/m <sup>2</sup>	1.0	0.0 W/m <sup>2</sup>	
Equipment Latent...	0.0 W/m <sup>2</sup>	1.0	0.0 W/m <sup>2</sup>	
Pollutant Generati...	0.0 g/hr/m <sup>2</sup>	1.0	0.0 g/hr/m <sup>2</sup>	

Units: W/m <sup>2</sup>	Value
1	2.000
2	2.000
3	2.000
4	0.000
5	0.000
6	0.000
7	0.000
8	5.000
9	5.000
10	5.000
11	5.000
12	5.000
13	5.000
14	5.000
15	10.000
16	10.000
17	10.000
18	10.000
19	10.000
20	10.000
21	10.000
22	10.000
23	10.000
24	10.000

شكل (٢-١٨): طريقة إدخال الأحمال الحرارية المكتسبة داخل الفراغ بالبرنامج.

[\*] هذه المعلومات تم تجميعها بواسطة سؤال الباحث للمهندس رياض محمد الشميري المسئول عن القياسات الميدانية بالنموذج السكني بمدينة أسبوت الجديدة.

[\*\*] راجع الجداول بالباب الأول الفصل الثاني ص ٤٩-٥٧.

## هـ إدخال بيانات التقويم الميلادي:

يقصد ببيانات التقويم الميلادي هو إدخال أيام الصيف والشتاء خلال السنة وكذلك تحديد أيام العطلة الأسبوعية (الجمعة) وتحديد الأيام التي تتواجد بها مستعملو الفراغات والأيام التي لا يتواجد بها أشخاص، حيث أن تلك العوامل تؤثر في حساب درجات الحرارة الداخلية والرطوبة النسبية للفراغات - شكل (٢-١٩).

وفي حالتنا هذه يتم إدخال أيام الصيف والشتاء وكذلك أيام الجمعة (عطلة رسمية) وإدخال الأيام الباقية كأيام عادية في الأسبوع.

Week	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
1	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter
2	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter
3	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter
4	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter
5	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter
6	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter
7	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter
8	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter
9	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter	Winter
10	Winter	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
11	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
12	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
13	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
14	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
15	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
16	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
17	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
18	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
19	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
20	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
21	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
22	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Normal Day	Holiday	Normal Day	Normal Day
23	Normal Day	Normal Day	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer
24	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer
25	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer
26	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer
27	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer	Summer

شكل (٢-١٩): طريقة إدخال بيانات التقويم الميلادي بالبرنامج.

## د- فتح النوافذ (الشبابيك والأبواب) خلال ساعات اليوم [\*]:

يوضح الشكل (٢-٢٠)، طريقة إدخال ساعات فتح النوافذ في ساعات اليوم الواحد، حيث يتم إدخال ساعات فتح الشبابيك في اليوم الواحد لكل من فصل الصيف والشتاء.

Gain	Value	Factor	Setback Value	Schedule
Opening	Hourly	1.0	0.0 (0-1)	

Units: 0-1	Value
1	1.000
2	1.000
3	1.000
4	1.000
5	1.000
6	1.000
7	1.000
8	1.000
9	1.000
10	1.000
11	1.000
12	1.000
13	1.000
14	1.000
15	1.000
16	1.000
17	1.000
18	1.000
19	1.000
20	1.000
21	1.000
22	1.000
23	1.000
24	1.000

شكل (٢-٢٠): طريقة إدخال ساعات فتح النوافذ بالبرنامج.

[\*] هذه المعلومات تم تجميعها بواسطة سؤال الباحث للمهندس رياض محمد الشميري المسئول عن القياسات الميدانية بالنموذج السكني بمدينة أسبوت الجديدة.

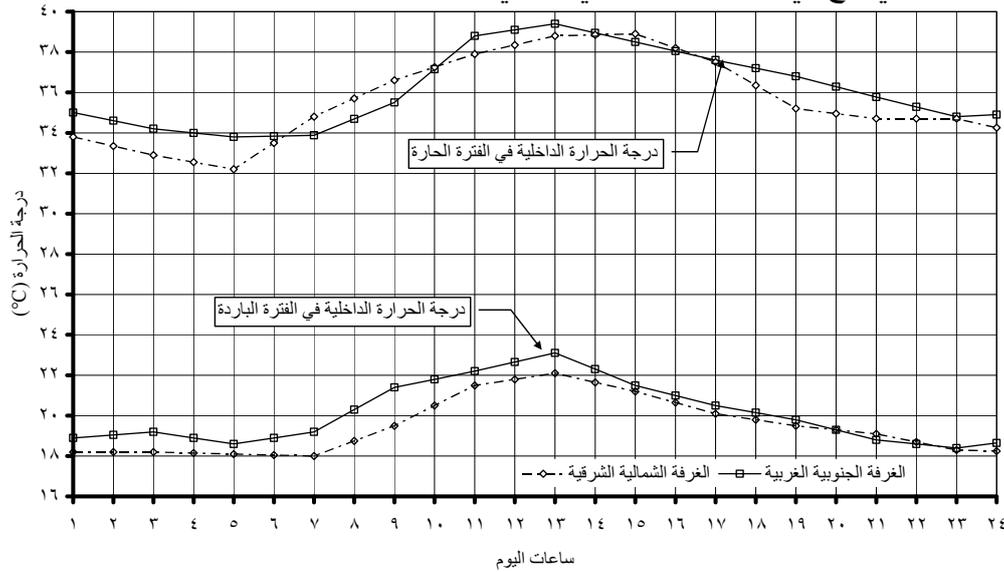
## ٢-٢-٤-٤-٢-٢ نتائج برنامج المحاكاة:

وتم عمل محاكاة للغرف المحددة سابقاً مع الأخذ في الاعتبار أن القياسات تمت في الدور الخامس (الأخير) في النموذج السكني.

تشمل عملية المحاكاة لجميع أشهر السنة ولساعات اليوم الكامل، ولكن ما تم الأخذ به في نتائج المحاكاة - نفس الأيام الذي تم فيها القياسات الميدانية - وكانت كالآتي [\*]:

- في الفترة الحارة كانت الأيام: (٢٠ يونيو - ٢ يوليو - ٣٠ يوليو - ١٣ أغسطس).
- في الفترة الباردة كانت الأيام: (٥ فبراير - ٢٠ فبراير).

ويوضح الشكل (٢-٢١)، نتائج برنامج المحاكاة لدرجات الحرارة الداخلية للغرف في الفترة الباردة والحارة والتي تقع في الدور الخامس في المبنى.



شكل (٢-٢١): نتائج برنامج المحاكاة لدرجات الحرارة للغرف في الفترة الحارة والباردة- انظر الجدول (أ-٣) و(أ-٤) بالملحق (أ)

من دراسة الشكل السابق نجد أن الغرفة ذات التوجيه الشمالي الشرقي، فسجلت أعلى درجة حرارة  $22,50^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٢ ظهراً، وأقل درجة حرارة  $17,90^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً، أما الغرفة ذات التوجيه الجنوبي الغربي، فسجلت أعلى درجة حرارة  $23,20^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٤ عصراً، وأقل درجة حرارة  $18,40^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً.

أما عن الفترة الحارة فنلاحظ من دراسة الشكل السابق أن الغرفة ذات التوجيه الشمالي الشرقي، فسجلت أعلى درجة حرارة  $39,10^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٢ ظهراً، وأقل درجة حرارة  $32,20^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٥ صباحاً، أما الغرفة ذات التوجيه الجنوبي الغربي، فسجلت أعلى درجة حرارة  $39,30^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٤ عصراً، وأقل درجة حرارة  $33,10^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً.

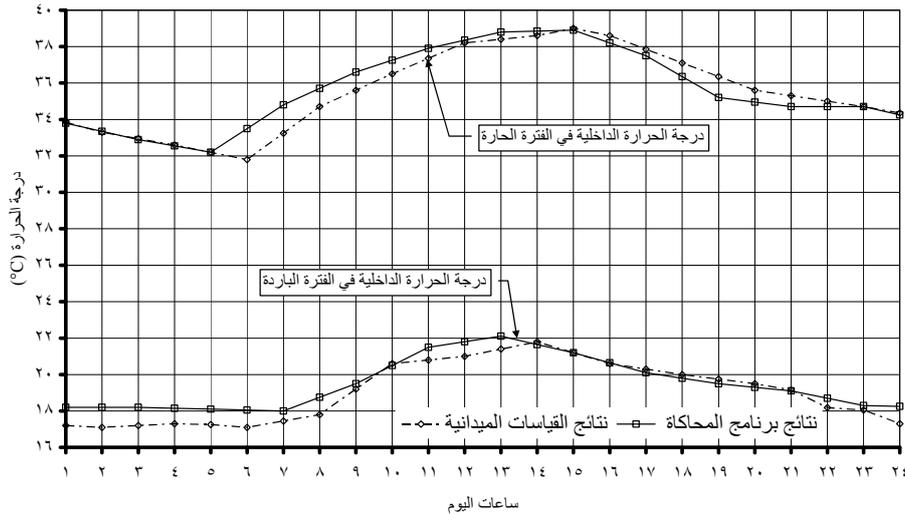
## ٢-٢-٤-٥-٢-٢ مقارنة بين نتائج القياسات الميدانية ونتائج برنامج المحاكاة:

في هذا الجزء يتم المقارنة بين النتيجتين لكل من الفترة الحارة والباردة حتي يتمكن الباحث من التوصل إلي معيار تصحيح لبرنامج المحاكاة المستخدم بالبحث.

## أ - درجات الحرارة للغرفة الشمالية الشرقية في الفترة الباردة والحارة:

يوضح الشكل (٢-٢٢)، عرض لمنحنى القياسات الميدانية ونتائج المحاكاة للغرفة الشمالية الشرقية في الفترة الباردة والحارة والتي تقع في الدور الخامس في المبنى.

[\*] تم وضع نتائج برنامج المحاكاة لدرجات الحرارة الداخلية بالملحق رقم (ب).

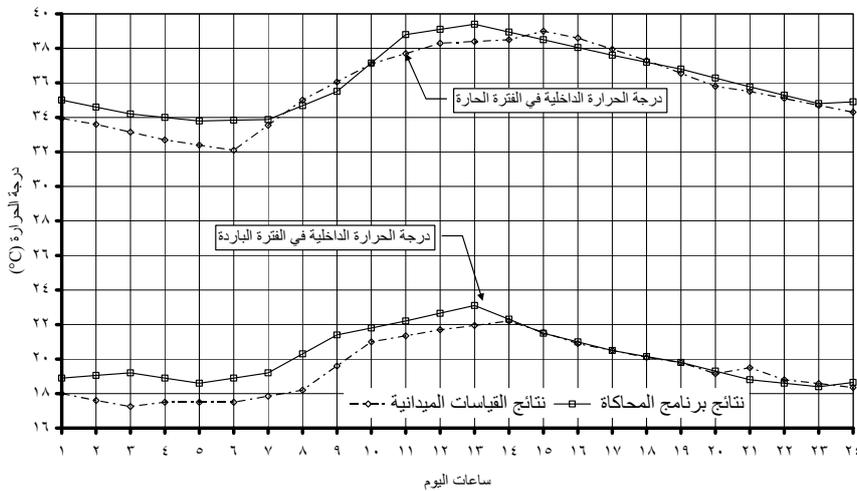


شكل (٢-٢٢): نتائج القياسات الميدانية وبرنامج المحاكاة لدرجات الحرارة للغرفة الشمالية الشرقية في الفترة الباردة والحارة.

ومن تحليل الشكل السابق ومقارنة المنحنيين في الفترة الباردة، نلاحظ أن أعلى فرق بين النتيجتين تصل إلي ١,١٠ درجة مئوية، ويصل أقل فرق إلي ١,١٠,٠ درجة مئوية، أما في الفترة الحارة يلاحظ أن أعلى فرق بين النتيجتين تصل إلي ١,٧٠ درجة مئوية، ويصل أقل فرق إلي ١,١٠,٠ درجة مئوية.

### ب - درجات الحرارة للغرفة الجنوبية غربية في الفترة الباردة والحارة:

يوضح الشكل (٢-٢٣)، عرض لمنحنى القياسات الميدانية ونتائج المحاكاة للغرفة الجنوبية غربية في الفترة الباردة والحارة والتي تقع في الدور الخامس في المبنى.



شكل (٢-٢٣): نتائج القياسات الميدانية وبرنامج المحاكاة لدرجات الحرارة للغرفة الجنوبية غربية في الفترة الباردة والحارة.

ومن تحليل الشكل السابق ومقارنة المنحنيين في الفترة الباردة، نلاحظ أن أعلى فرق بين النتيجتين تصل إلي ١,٩٥ درجة مئوية، ويصل أقل فرق إلي ١,١٠,٠ درجة مئوية، أما في الفترة الحارة يلاحظ أن أعلى فرق بين النتيجتين تصل إلي ١,٨٥ درجة مئوية، ويصل أقل فرق إلي ١,١٠,٠ درجة مئوية.

مما سبق يمكن التوصل إلى أن نسبة الخطأ بنتائج برنامج المحاكاة المستخدم (TAS) تتراوح بين ١% إلى ٥% أي بمتوسط ٣% مما يعطي مؤشر جيد لصلاحية استخدام البرنامج في محاكاة وتقييم الأداء الحراري للمباني

## خلاصة الباب الثاني:

قدمت الدراسة في هذا الباب شرح مفهوم التمثيل الرقمي وأهمية استخدام برامج المحاكاة وأنواعها المختلفة في تحسين الأداء الحراري داخل فراغات المباني، وعمل مقارنة بين تلك البرامج ثم الوصول إلي برنامج المحاكاة المناسب للدراسة التطبيقية بالبحث.

كذلك يقدم الباب شرح لبرنامج المحاكاة المستخدم وكيفية استخدامه، وكذلك الخطوات اللازم إتباعها (بناء نموذج المحاكاة وإجراء عملية المحاكاة وإخراج النتائج) لإتمام عملية المحاكاة.

ويختتم هذا الباب بعمل معايرة لبرنامج المحاكاة المستخدم عن طريق مقارنة نتائج المحاكاة بنتائج القياسات الميدانية لنفس مناخ منطقة الدراسة الخاصة بالبحث وهي مدينة أسيوط الجديدة ذات المناخ الحار الجاف الصحراوي، والخروج منها بنسبة خطأ لنتائج البرنامج ليتم استخدامه في الباب الثالث في تقييم الأداء الحراري بالنموذج السكني المختار.

من خلال الدراسة السابقة يمكن الخروج من هذا الباب بما يلي:

- التصميم المناخي بمساعدة الحاسب هو تطبيق مباشر لأفكار تكنولوجيا التصميم بشكل عام، لأنه يساعد في اتخاذ القرارات التصميمية المناخية بدون مجهود كبير في الحسابات الرياضية، مما يسمح بتسهيل عملية التصميم المناخي ليتمكن استخدامها في مراحل مبكرة من التصميم المعماري أو العمراني.
- المحاكاة تقوم على المعلومات التي يقدمها صناع البرامج في الجوانب التالية: خصائص النمذجة العامة، الأحمال الحرارية لمناطق الدراسة، غلاف المبنى والإضاءة الطبيعية والشمس، التهوية، سريان الهواء، نظم الطاقة المتجددة، النظم والمعدات الكهربائية، نظم التبريد والتدفئة، معدات التبريد والتدفئة، الانبعاثات البيئية، التقييم الاقتصادي، توافر بيانات المناخ، سرد النتائج، الصلاحية، وواجهات المستخدم، والربط بالبرامج الأخرى ومدى توافرها.
- هناك عدة برامج مشهورة واسعة الاستخدام في دراسة الأداء الحراري، ومع ذلك فهناك برامج قليلة تستطيع محاكاة المبني بجميع مكوناته.
- يأتي برنامج TAS (برنامج المحاكاة المستخدم في البحث) في مقدمة برامج محاكاة الأداء الحراري حيث يقوم البرنامج بحساب أحمال التبريد والتدفئة التقليدية والنظم النشطة حرارياً من خلال (حساب درجة الحرارة داخل وخارج فراغات المبني، حساب معدل سريان الهواء داخل فراغات المبني، حساب الرطوبة النسبية داخل وخارج فراغات المبني).
- التوصل إلى نسبة الخطأ بنتائج برنامج المحاكاة المستخدم (TAS) تتراوح بين ١% إلى ٥% أي بمتوسط ٣% مما يعطي مؤشر جيد لصلاحية استخدام البرنامج في محاكاة وتقييم الأداء الحراري للمباني.

- المحتويات.
- الجداول والأشكال.
- مقدمة البحث.

**الباب الأول: الخصائص المناخية لمدينة أسيوط الجديدة والمعالجات التصميمية لمناخ منطقة الدراسة**  
١-١- الخصائص المناخية والأنماط السكنية.  
٢-١- المعالجات التصميمية.

**الباب الثاني: المحاكاة كأداة لتقييم الأداء الحراري للمباني**  
١-٢- برامج المحاكاة المستخدمة لتقييم الأداء الحراري.  
٢-٢- دراسة تحليلية عن برنامج المحاكاة المستخدم وعمل المعايرة.

**الباب الثالث: تقييم وتحسين الأداء الحراري للنموذج محل الدراسة (نموذج ابني بيتك)**  
١-٣- تقييم تأثير المعالجات التصميمية على الأداء الحراري للفراغات الداخلية.  
٢-٣- تعديل الوضع القائم للنموذج السكني.

- النتائج والتوصيات.
- المراجع.
- الملاحق.

## الباب الثالث:

**تقييم وتحسين الأداء الحراري للنموذج محل الدراسة  
(نموذج ابني بيتك)**

## الباب الثالث:

### تقييم وتحسين الأداء الحراري للنموذج محل الدراسة (نموذج ابني بيتك) مقدمة:

من خلال ما تقدم من دراسة في البابين الأول والثاني، يتضح لنا أهمية تأثير العوامل المناخية علي الراحة الحرارية للإنسان داخل فراغات المباني السكنية وكذلك تحليل المعالجات المناخية للمناخ الحار الجاف الصحراوي.

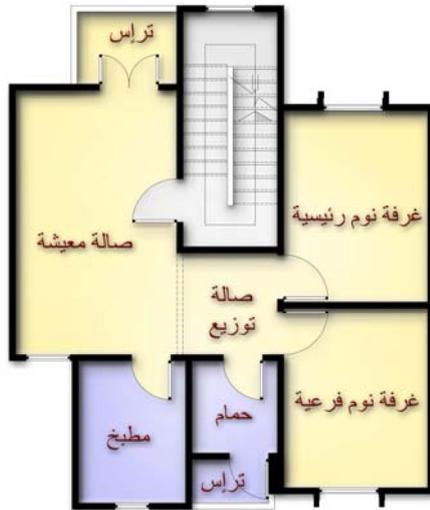
وكذلك دراسة أهمية التصميم المناخي وأهمية استخدام برامج المحاكاة في عملية التصميم المناخي للمباني لمحاكاة الواقع ومعرفة أهم المفردات المعمارية الملائمة مناخياً للمبني، فتم عمل عرض ومقارنة لأهم برامج المحاكاة التي اهتمت بدراسة الأداء الحراري داخل الفراغات، ثم اختيار أحد البرامج ليتم استخدامها في الدراسة العملية للبحث.

لذا فإن البحث يناقش في هذا الجزء بالتحليل نتائج برنامج المحاكاة لدرجات الحرارة داخل النموذج السكني المختار - في منطقة إسكان ابني بيتك بمنطقة الدراسة (مدينة أسيوط الجديدة) - وذلك في الفترة الحارة باستخدام العديد من المعالجات المناخية للوصول إلى مدي ملاءمتها للظروف المناخية.

ومن ثم فإن بمحاكاة النموذج (ع) السكني المختار سابقاً، أمكن الحصول على متوسط درجات الحرارة للفترة الحارة و لكل ساعة من ساعات اليوم للفترات التالية<sup>[\*]</sup>:

في شهر مايو ويونيو ويوليو وأغسطس وسبتمبر كله، وشهر مارس من الساعة ١٠ صباحاً حتى الغروب، وشهر ابريل وأكتوبر من وقت الساعة ٨ صباحاً حتى الساعة ١١ مساءً، وشهر نوفمبر من الساعة ١٢ ظهراً حتى الغروب.

وسوف تتم دراسة المعالجات السابقة علي الفراغات السكنية بالدور الأخير<sup>[\*\*]</sup> بالنموذج السكني لابني بيتك موضوع الدراسة، كما هو موضح بالشكل (٣-١).



شكل (٣-١): النموذج السكني لابني بيتك موضوع الدراسة

### ٣-١- تقييم تأثير المعالجات التصميمية للنموذج السكني المختار علي الأداء الحراري للفراغات الداخلية في الفترة الحارة:

هناك العديد من المعالجات التصميمية والمعالجات المناخية التي تؤثر علي الراحة الحرارية والأداء الحراري داخل الفراغات السكنية - كما هو موضح بالبواب الأول - الفصل الأول، ويهتم هذا الجزء بدراسة العديد من تلك البدائل التصميمية - جدول (٣-١) - ومدى تأثيرها علي راحة الإنسان الحرارية داخل فراغات النموذج السكني في الفترة الحارة بمدينة أسيوط الجديدة وهي كالتالي:

[\*] تم تحديد الفترة الحارة في التحليل المناخي لمدينة أسيوط الجديدة، انظر الباب الأول - الفصل الأول ص ٢١، ٢٢.  
 [\*\*] تم اختيار الدور الأخير لأنه أكثر الأذوار تعرضاً للإشعاع الشمسي فبالتالي أكثرها ارتفاعاً في درجات الحرارة الداخلية، مع الأخذ في الاعتبار عدم وجود أي مواد عازلة للحرارة على سقف الدور الأخير.

جدول (٣-١): البدائل التصميمية التي تم دراستها باستخدام برنامج المحاكاة

ملاحظات عامة	التوجيهات	البدائل التصميمية المناخية	
التوجيهات الرئيسية هي الشمالية والشرقية والغربية والجنوبية، والتوجيهات الفرعية هي الشمالي الشرقي والجنوبية الشرقي والجنوبي الغربي والشمالي الغربي.	التوجيهات الثمانية الرئيسية والفرعية	توجيه النموذج السكني	
- يتم دراسة الطوب الأسمنتي - الطوب الطفلي - الطوب الطفلي المجوف - الطوب الرملي - البلوكات الخرسانية - الحجر كأنواع مواد البناء. - يتم دراسة أسماك مختلفة لمواد البناء وهي (١٢-٢٥-٣٨) سم.	الشمالية والشرقية والجنوبية والغربية	أنواع وسمك مواد البناء	
- يتم دراسة ارتفاعات مختلفة للدور وهي (٢,٧٠ - ٢,٩٠ - ٣,١٠ - ٣,٣٠) متر.	الشمالية والشرقية والجنوبية والغربية	ارتفاع الدور السكني	
- يتم دراسة الثلاث أدوار بالنموذج السكني (الأرضي والأول والأخير).	الشمالية والشرقية والجنوبية والغربية	اختلاف الدور السكني	
- يتم دراسة ألوان مختلفة وهي (الأبيض - الأصفر - الأحمر - الأخضر - الأزرق) [١*].	الشمالية والشرقية والغربية والجنوبية	تغيير ألوان تشطيبات الواجهات الخارجية	
- مع تثبيت بروز البلوكنة ١,٥٠ متر.	المحور الشمالي الجنوبي والمحور الغربي الشرقي	البلوكونات بالنموذج السكني	
- يتم دراسة ارتفاعات مختلفة وهي (١,٠٠ - ١,٢٠ - ١,٤٠ - ١,٦٠) متر، مع تثبيت عرض وارتفاع جلسة الشباك ١,٠٠ م.	الشمالية والشرقية والجنوبية والغربية	ارتفاع الشباك	معالجة فتحات الشبائيك [١*]
- يتم دراسة عروض مختلفة وهي (١,٠٠ - ١,٤٠ - ١,٨٠ - ٢,٢٠) متر، مع تثبيت ارتفاع الشباك وجلسته ١,٠٠ م.	الشمالية والشرقية والجنوبية والغربية	عرض الشباك	
- يتم دراسة ثلاث مواقع للشباك وهي علي الجانب الأيسر للفراغ - علي الجانب الأيمن للفراغ- في منتصف الفراغ، مع تثبيت ارتفاع وعرض الشباك وارتفاع جلسته ١,٠٠ م.	الشمالية والشرقية والجنوبية والغربية	موقع فتحة الشباك	
- يتم دراسة ارتفاعات مختلفة وهي (٠,٢٠ - ٠,٦٠ - ١,٠٠ - ١,٤٠) متر، مع تثبيت ارتفاع الشباك وعرضه ١,٠٠ م.	الشمالية والشرقية والجنوبية والغربية	ارتفاع جلسة الشباك	
- يتم دراسة أنواع مختلفة من الزجاج ويتحدد بثلاث عوامل هي: 1- $G_{0.08}$ ( $S_t = 0.08$ . $L_t = 0.1$ . $U_{value} = 5.731 \text{ w/m}^2.C$ ).	الشمالية والشرقية والجنوبية والغربية	نوع زجاج الشباك	

[\*] يتم تحديد اللون وخواصه الحرارية عن طريق معامل امتصاص أشعة الشمس الخارجية E.S.A أي ( External Solar Absorption) وهي جزء من الإشعاع الشمسي الخارجي التي تمتصه مادة التشطيب وهي تمثل برقم من واحد، حيث يكون هذا المعامل للون الأبيض ٠,٣٦، واللون الأصفر ٠,٣٩، واللون الأحمر ٠,٦٢، واللون الأخضر ٠,٧٦، واللون الأزرق ٠,٩٢. [\*\*] عدم وجود شيش لزجاج الشبائيك (لكي يتم الحساب على الحالة الأسوأ وكذلك السماح بدخول الإضاءة الطبيعية داخل الفراغات).

ملاحظات عامة	التوجيهات	البدائل التصميمية المناخية
2- $G_{0.19}$ ( $S_t = 0.19$ . $L_t = 0.19$ . $U_{value} = 5.541 \text{ w/m}^2.C$ ).		
3- $G_{0.55}$ ( $S_t = 0.55$ . $L_t = 0.55$ . $U_{value} = 5.798 \text{ w/m}^2.C$ ).		
4- $G_{0.63}$ ( $S_t = 0.63$ . $L_t = 0.85$ . $U_{value} = 5.731 \text{ w/m}^2.C$ ).		
5- $G_{0.82}$ ( $S_t = 0.82$ . $L_t = 0.90$ . $U_{value} = 5.798 \text{ w/m}^2.C$ ) <sup>[*]</sup>		
- يتم دراسة الأسلحة الرأسية والمظلات الأفقية ووسائل التظليل المركبة. - يتم دراسة بروزات مختلفة لوسائل التظليل وهي (١٢-٢٥-٣٨-٧٥-١٠٠) سم.	الشمالية والشرقية والجنوبية والغربية	وسائل التظليل بأنواع وبروزات مختلفة

### ٣-١-١- تأثير تغيير توجيه النموذج السكني علي الأداء الحراري للفراغ الداخلي<sup>[\*\*]</sup>:

يتم في هذا الجزء دراسة تغيير توجيه النموذج السكني (ع) المختار سلفاً علي درجة الحرارة داخل الفراغات في الفترة الحارة وتتناول الدراسة التوجيهات الأربعة الرئيسية والأربعة الفرعية - شكل (٢-٣)، حيث التوجيه الشمالي يمثل الزاوية صفر والتوجيه الشمال الشرقي يمثل الزاوية ٤٥ درجة والتوجيه الشرقي يمثل الزاوية ٩٠ درجة وهكذا، مع الأخذ في الاعتبار دراسة التوجيه علي غرفة النوم الرئيسية وهي إحدى الفراغات الرئيسية بالنموذج.

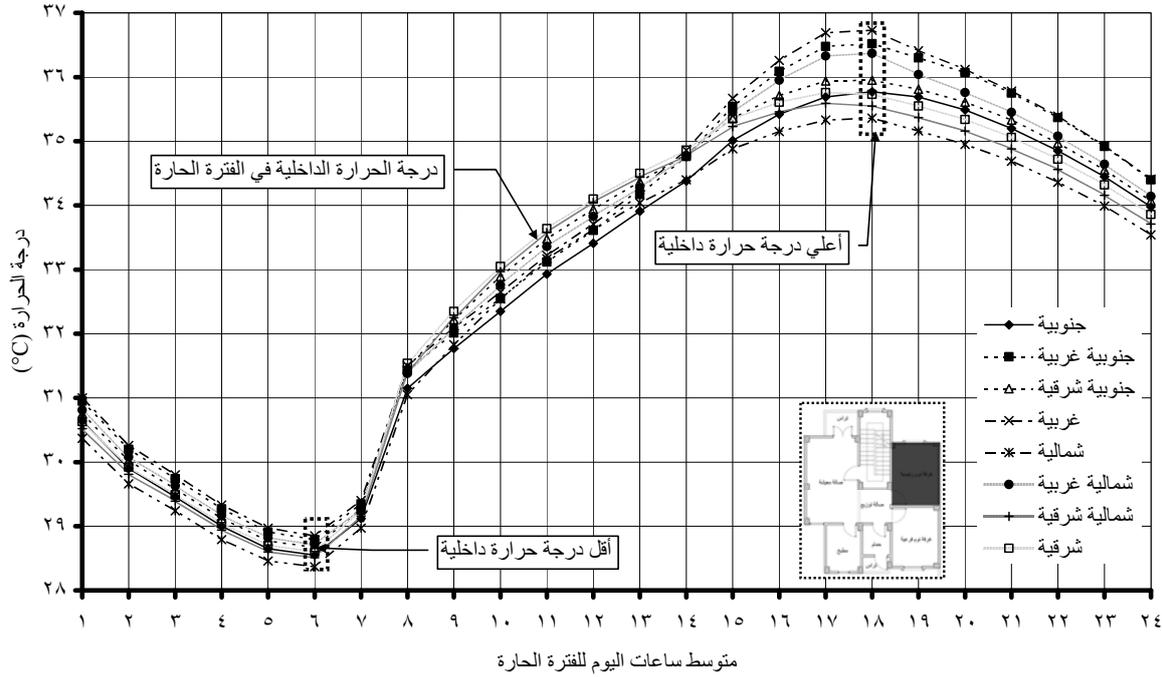


شكل (٢-٣): التوجيهات المختلفة للنموذج السكني المختار.

[\*] تعبر ( $S_t$ ) عن نفاذية الشمس من الزجاج وهي كمية الطاقة الشمسية التي تمر من مادة الزجاج، معبراً عنه بنسبة مئوية، أما ( $L_t$ ) تعبر عن نفاذية الضوء من الزجاج وهي مقياس لكمية الضوء المرئي الذي يمر عبر مواد الزجاج، معبراً عنه بنسبة مئوية، أما ( $U_{value}$ ) تعبر عن مقياس لمعدل فقدان الحرارة من خلال الزجاج والهدف هو تحقيق أدنى قيمة  $U$  ممكن، معبراً عنه بالوات في متر مربع لكل درجة حرارة مئوية.

[\*\*] يتم شرح كيفية إدخال البيانات الخاصة ببرنامج المحاكاة المستخدم بالبحث، حيث تم وضعها لمعرفة الظروف الخاصة بالقياسات داخل فراغات النموذج السكني، انظر الملحق (ب).

يوضح الشكل (٣-٣) قيم درجات الحرارة الداخلية للتوجيهات المختلفة لغرفة النوم الرئيسية بالنموذج السكني، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



شكل (٣-٣): درجات الحرارة الداخلية للتوجيهات المختلفة لغرفة النوم الرئيسية بالنموذج السكني للفترة الحارة - انظر الجدول (ج-١) بالملحق (ج).<sup>[\*]</sup>

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تقارب درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لجميع التوجيهات من منتصف الليل حتى الساعة ١٢ ظهراً، حيث نجد أن الفارق بين درجات الحرارة علي مدار اليوم لا يتعدى درجة مئوية، أما عن باقي اليوم نجد تفاوت في درجات الحرارة الداخلية لجميع التوجيهات ونجد أن الفارق يصل إلي درجتين مئوية تقريباً، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

يسجل التوجيه الشمالي أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,36^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت  $28,37^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً. يسجل التوجيه الغربي أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $36,73^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت  $28,85^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً. وتفسير ذلك لأن كثافة الإشعاع الشمسي تزيد على الواجهة الغربية عن الواجهة الشمالية وأيضاً عن باقي التوجيهات وذلك لطول الفترة الزمنية للإشعاع الشمسي المعرضة لها الواجهة الغربية، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة داخل الفراغات، لذا يفضل التوجيه الشمالي في الفترة الحارة.

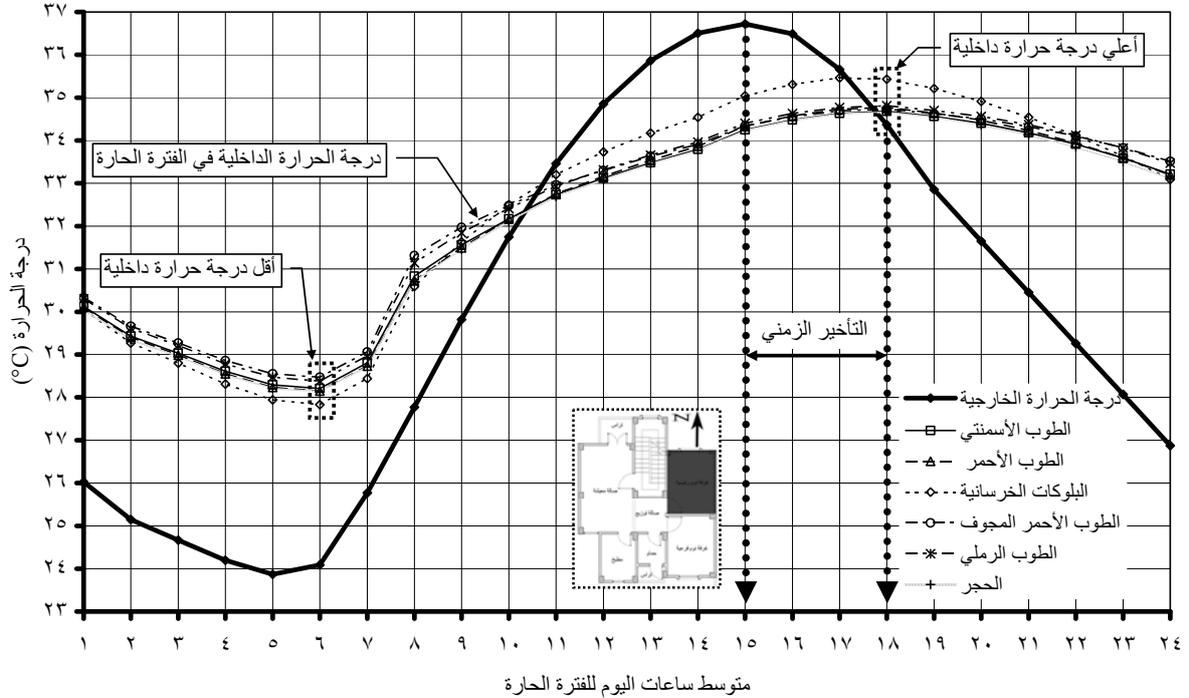
### ٣-١-٢- تأثير أنواع مواد البناء علي الأداء الحراري للفراغ الداخلي<sup>[\*\*]</sup>:

يتم في هذا الجزء دراسة تغيير أنواع مواد البناء للنموذج السكني (ع) المختار سلفاً، حيث تم اختيار بعض المواد المستخدمة محلياً في البناء وذلك للمقارنة بين قيم درجات الحرارة الداخلية لكل نوع مادة بناء مع أخذ في الاعتبار أن سمك الحوائط الخارجية ١٢ سم.

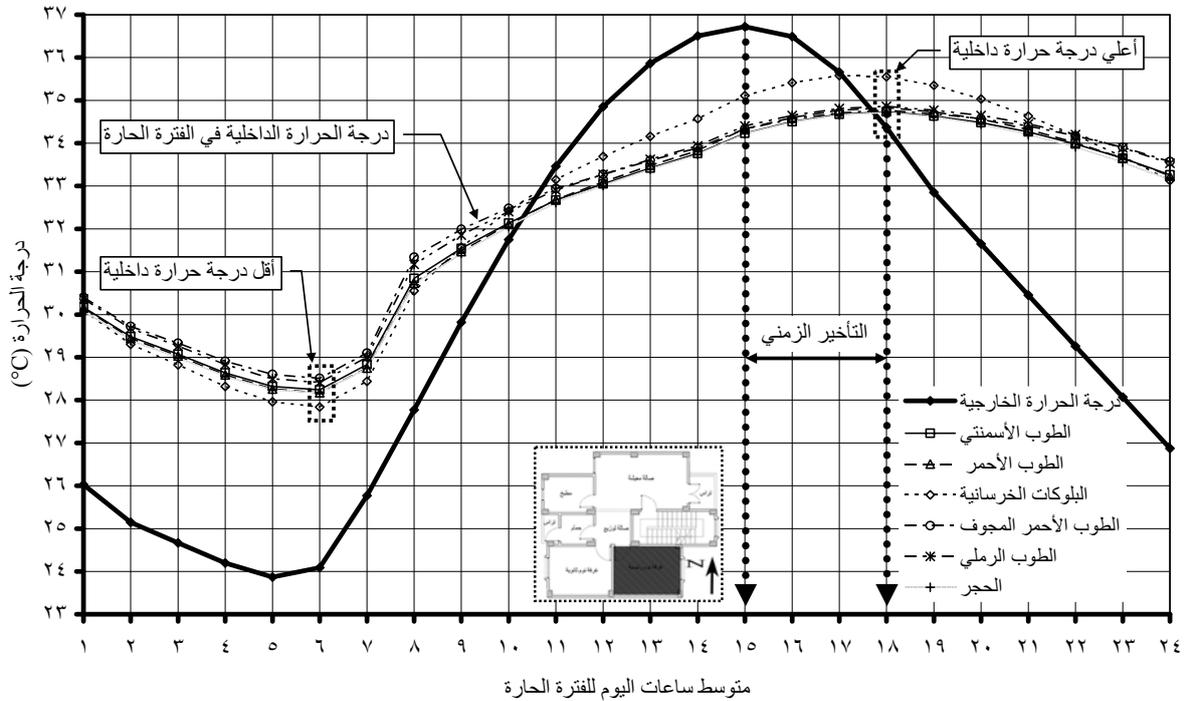
[\*] ملاحظة وجود فارق بين درجة الحرارة الداخلية الساعة ٢٤ والساعة الواحدة تصل إلى ثلاث درجات مئوية تقريباً وذلك بسبب اختلاف الأحمال الحرارية الناتجة من الإضاءة الصناعية والأجهزة الكهربائية وهي ٤ وات/م<sup>٢</sup> في الساعة الواحدة و ٢٠ وات/م<sup>٢</sup> في الساعة ٢٤ ومتدرجة علي ساعات اليوم الواحد حيث يتم غلق الإضاءة الصناعية والأجهزة الكهربائية تبعاً للجدول الموجود بالشكل (ب-٦) بالملحق (ب) - مع وجود هذه الملاحظة في جميع المنحنيات في الدراسة التطبيقية.

[\*\*] يتم شرح الخواص الحرارية لكل مادة بناء والتي تم استعمالها بواسطة برنامج المحاكاة، انظر الجدول (د-١) بالملحق (د).

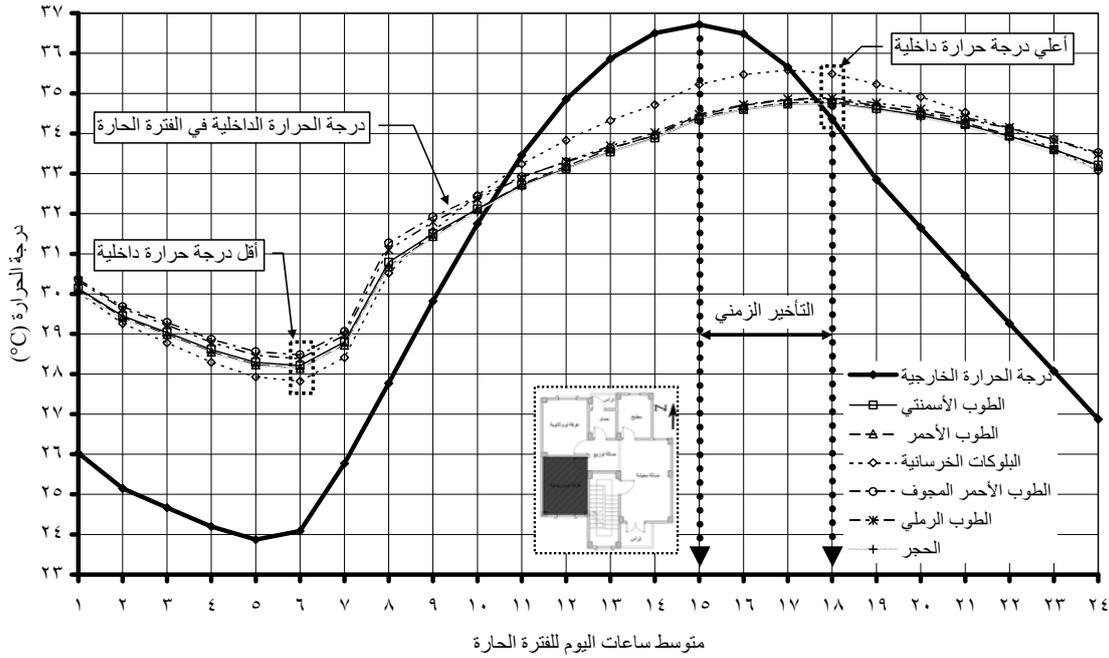
وكانت مواد البناء هي (الطوب الأسمنتي – الطوب الطفلي – الطوب الطفلي المجوف – الطوب الرملي – البلوكات الخرسانية – الحجر).  
يوضح الشكل (٣-٤) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية بالنموذج السكني للأربع توجيهات الرئيسية، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



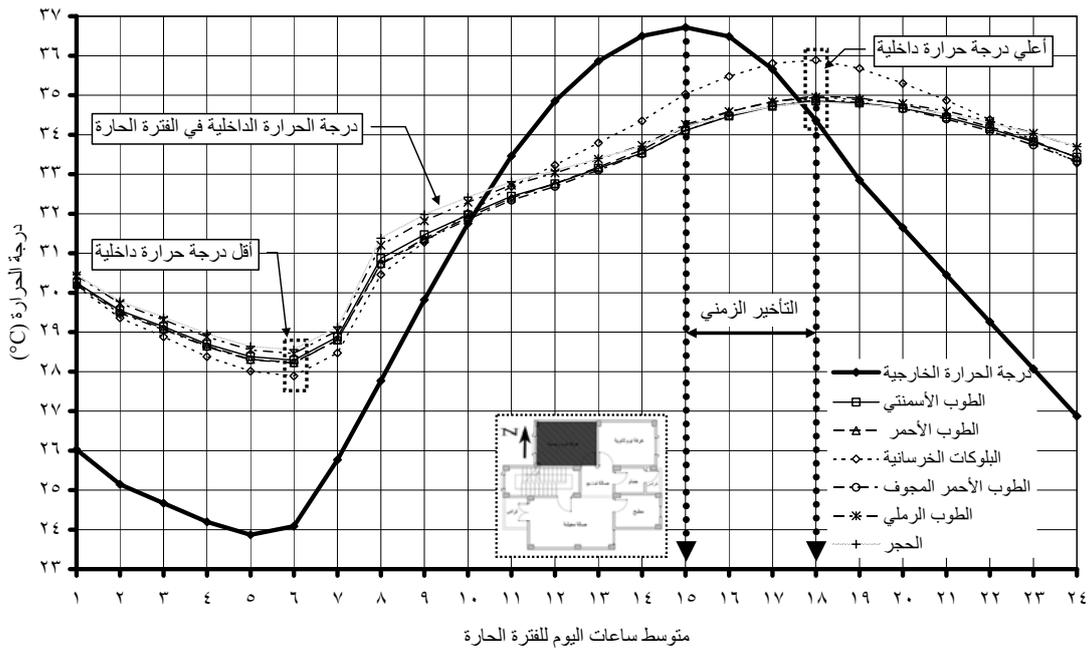
شكل (٣-٤): درجات الحرارة الداخلية لمواد البناء المختلفة لغرفة ذات التوجيه الشمالي



شكل (٣-٥): درجات الحرارة الداخلية لمواد البناء المختلفة لغرفة ذات التوجيه الشرقي



شكل (٣-٤): درجات الحرارة الداخلية لمواد البناء المختلفة للغرفة ذات التوجيه الجنوبي



شكل (٣-٥): درجات الحرارة الداخلية لمواد البناء المختلفة للغرفة ذات التوجيه الغربي

شكل (٣-٤): درجات الحرارة الداخلية لمواد البناء المختلفة لغرفة النوم الرئيسية للأربع توجيهات للنموذج السكني للفترة الحارة - انظر الجدول (د-٢) و(د-٣) و(د-٤) و(د-٥) بالملحق (د).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تقارب درجات الحرارة في الفترة الحارة للأربع توجيهات الرئيسية لجميع مواد البناء ماعدا البلوكات الخرسانية، حيث نجد أن الفارق بين درجات الحرارة علي مدار اليوم يصل إلي نصف درجة مئوية، ويزيد هذا الفارق من الساعة ١٢ ظهراً حتى الساعة ٨ مساءً ليصل إلى درجة ونصف مئوية، مع الوصول إلى أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

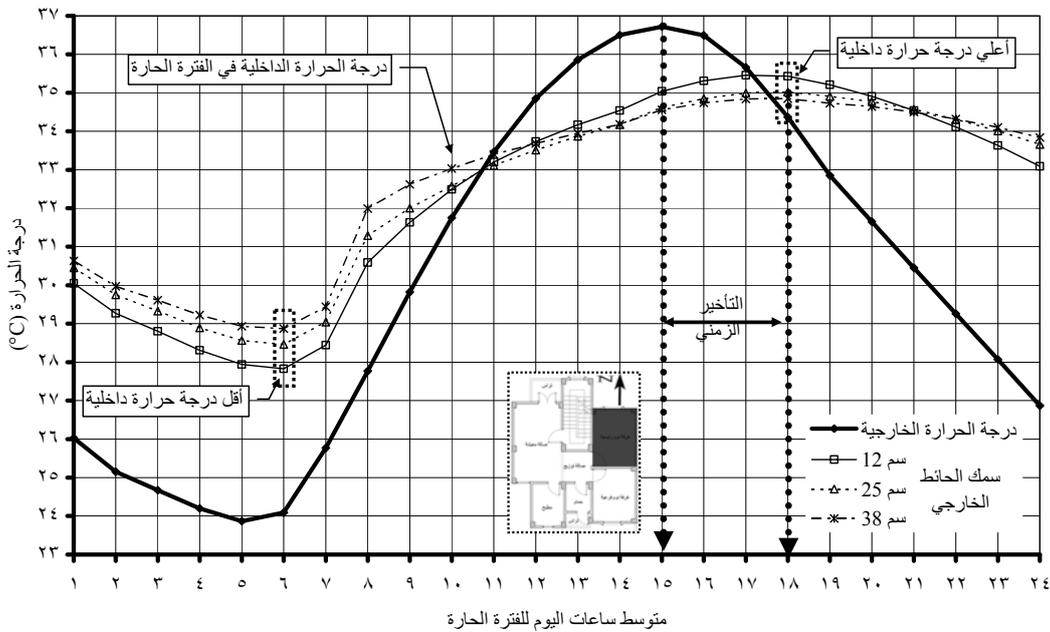
يسجل الحجر أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة للأربع توجيهات، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,66^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,14^{\circ}\text{C}$ ، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,72^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,17^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,74^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,14^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,83^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,56^{\circ}\text{C}$ ، مع تأخير زمني للأربع توجيهات يصل إلى ثلاث ساعات عن درجة الحرارة الخارجية.

أما عن أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة للأربع توجيهات تسجلها البلوكات الخرسانية، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,64^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $27,83^{\circ}\text{C}$ ، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,58^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت  $27,84^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,58^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $27,82^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,89^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,89^{\circ}\text{C}$ ، مع تأخير زمني للأربع توجيهات يصل إلى ثلاث ساعات عن درجة الحرارة الخارجية.

وتفسير ذلك لأن كل مادة بناء لها مكوناتها وكثافتها ومنها يتحدد الخواص الحرارية لها، كذلك تختلف كل مادة عن الأخرى بمقدار تخزينها للحرارة ثم إعادة ضخها مرة أخرى داخل الفراغ، لذا نجد اختلاف الحجر عن باقي المواد وخاصة البلوكات الخرسانية لاختلاف الخواص الحرارية لهما.

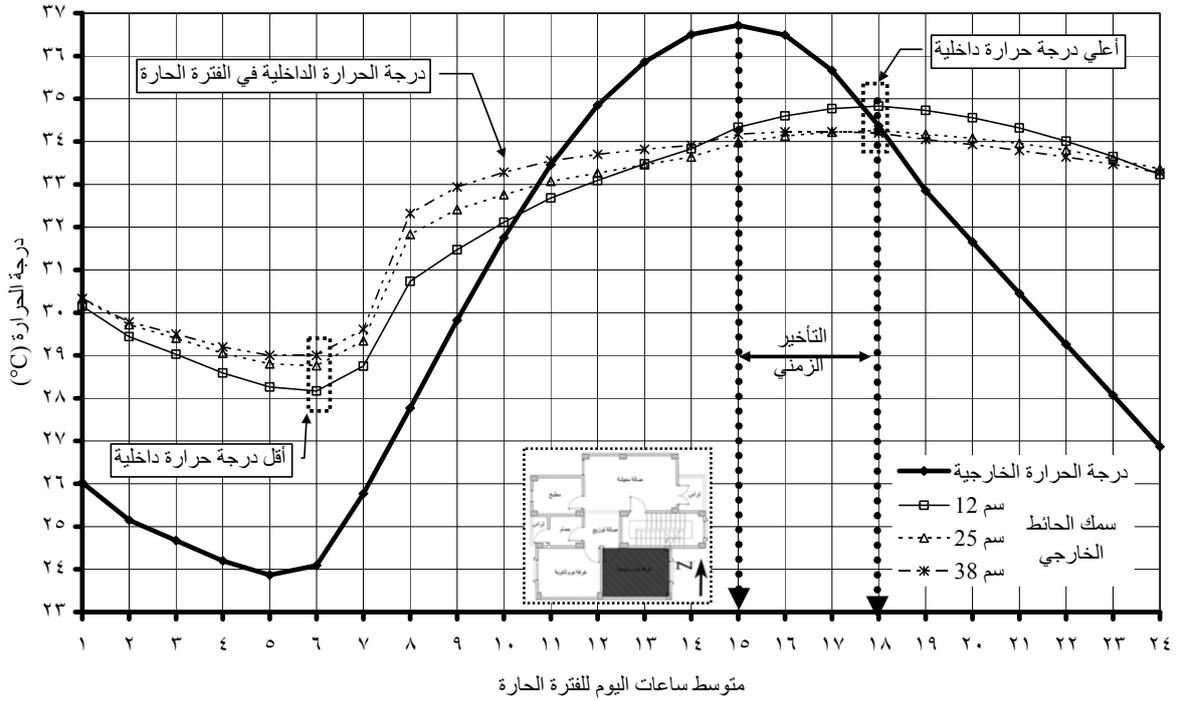
### ٣-١-٣- تأثير سمك الحوائط الخارجية على الأداء الحراري للفراغ الداخلي[\*]:

يتم في هذا الجزء دراسة تغيير سمك مادة البناء الخاصة للنموذج السكني (ع) المختار سلفاً، حيث يتم دراسة الطوب الطفلي المجوف [\*] وبأسمك مختلفة وهي (١٢ سم - ٢٥ سم - ٣٨ سم)، يوضح الشكل (٣-٥) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية بالنموذج السكني للأربع توجيهات الرئيسية، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.

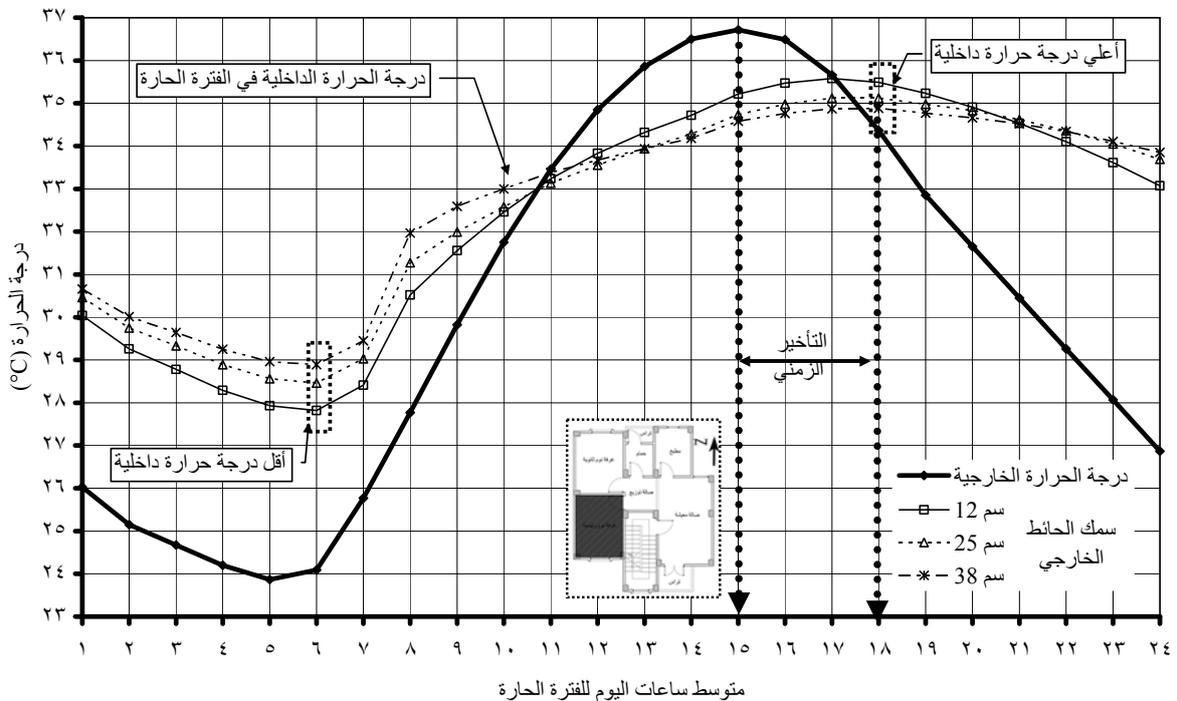


شكل (٣-٥): درجات الحرارة لأسمك مختلفة للطوب الطفلي المجوف لغرفة ذات التوجيه الشمالي

[\*] يتم شرح الخواص الحرارية لكل مادة بناء والتي تم استعمالها بواسطة برنامج المحاكاة، انظر الجدول (د-١) بالملحق (د).  
 [\*\*] يتم اختيار الطوب الأحمر المجوف لدراسة تأثير سمك الحائط الخارجي لأنها مادة البناء المستخدمة في منطقة إسكان ابني بيتك.



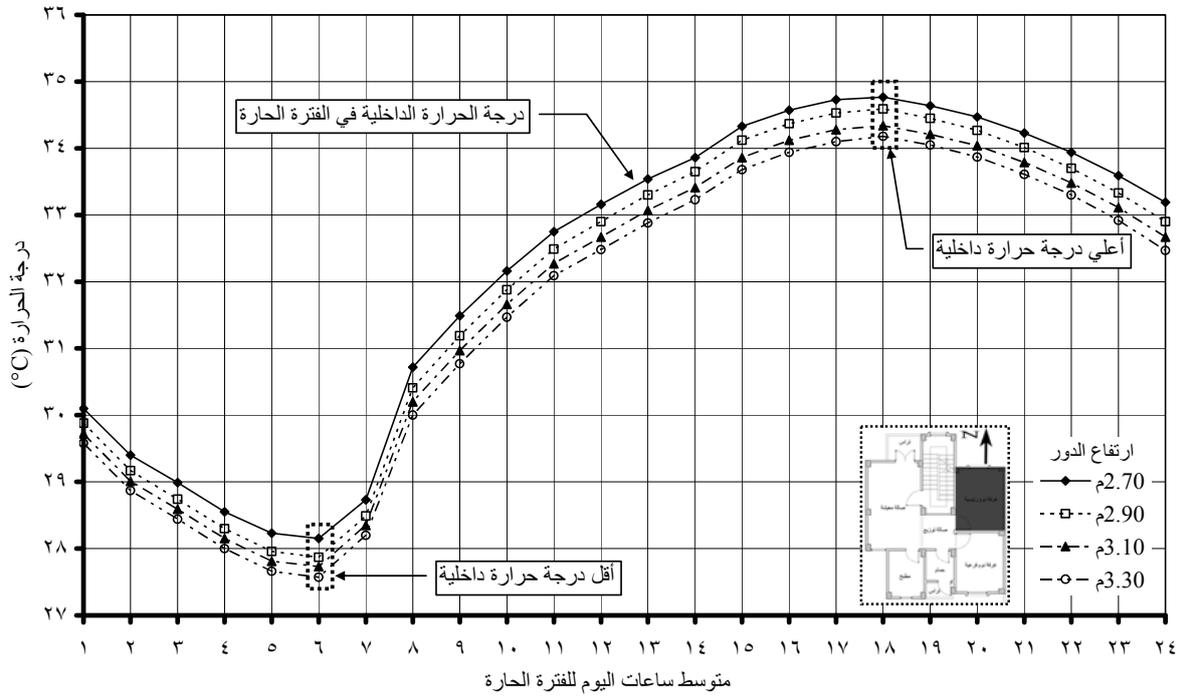
شكل (٣-٥ب): درجات الحرارة لأسمك مختلفة للطوب الطفلي المجوف للغرفة ذات التوجيه الشرقي



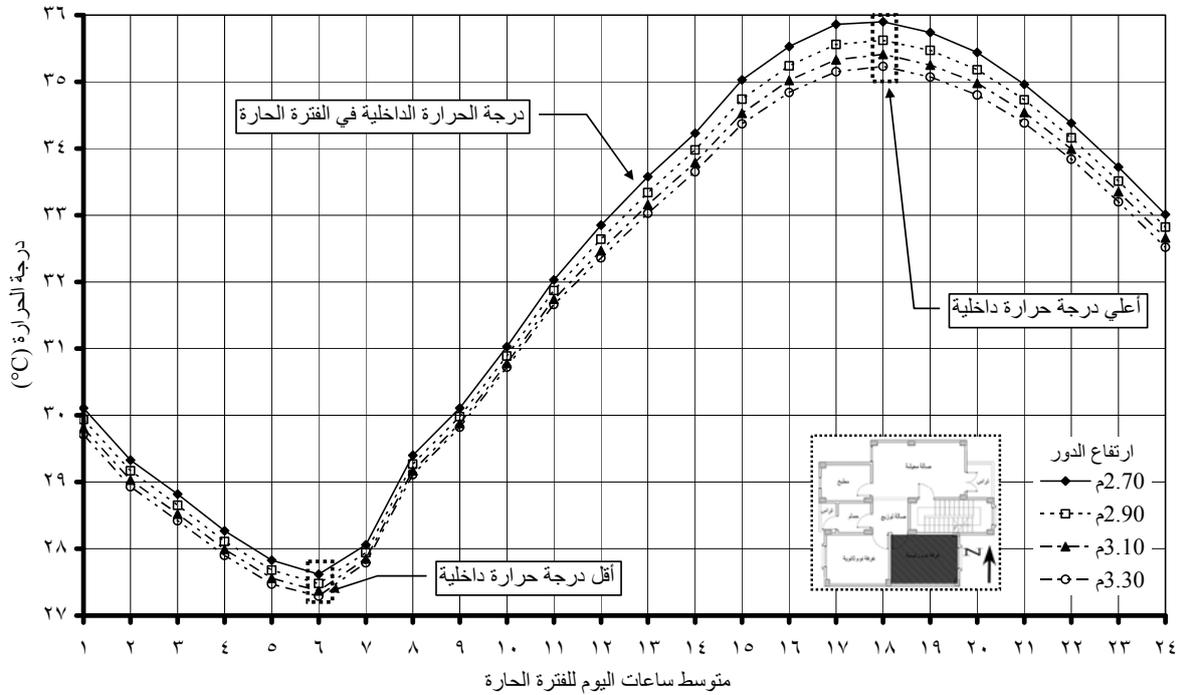
شكل (٣-٥ج): درجات الحرارة لأسمك مختلفة للطوب الطفلي المجوف للغرفة ذات التوجيه الجنوبي



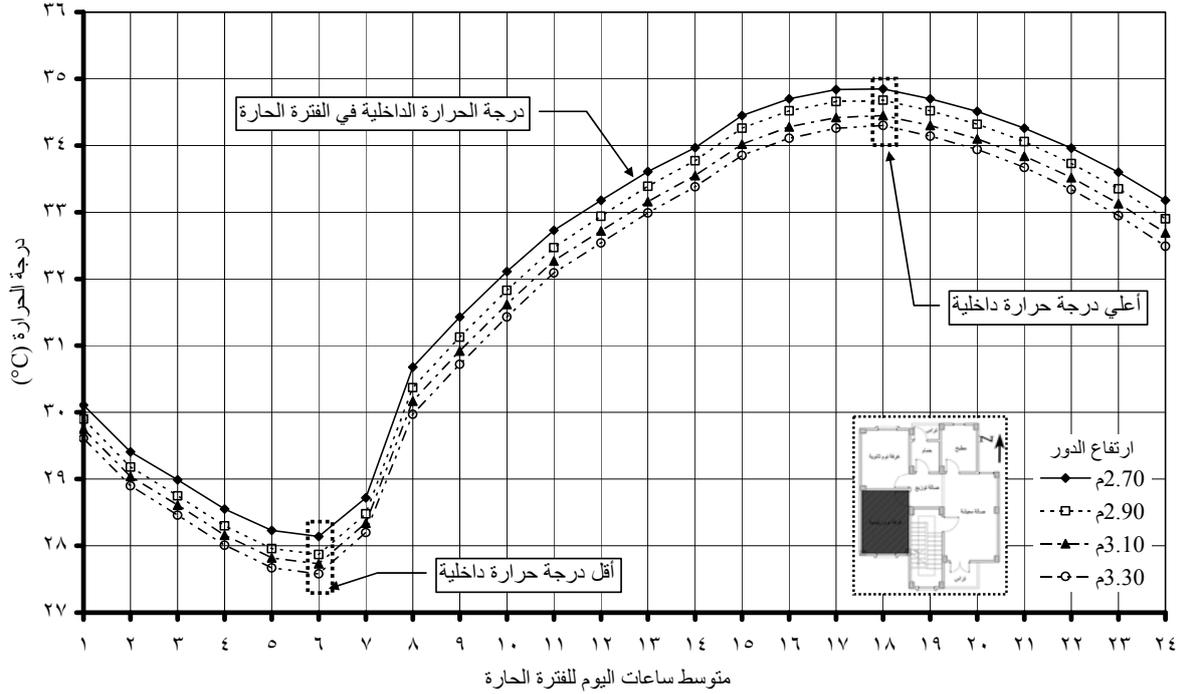
يوضح الشكل (٦-٣) قيم درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لغرفة النوم الرئيسية للأربع توجيهات الأساسية بالنموذج السكني، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



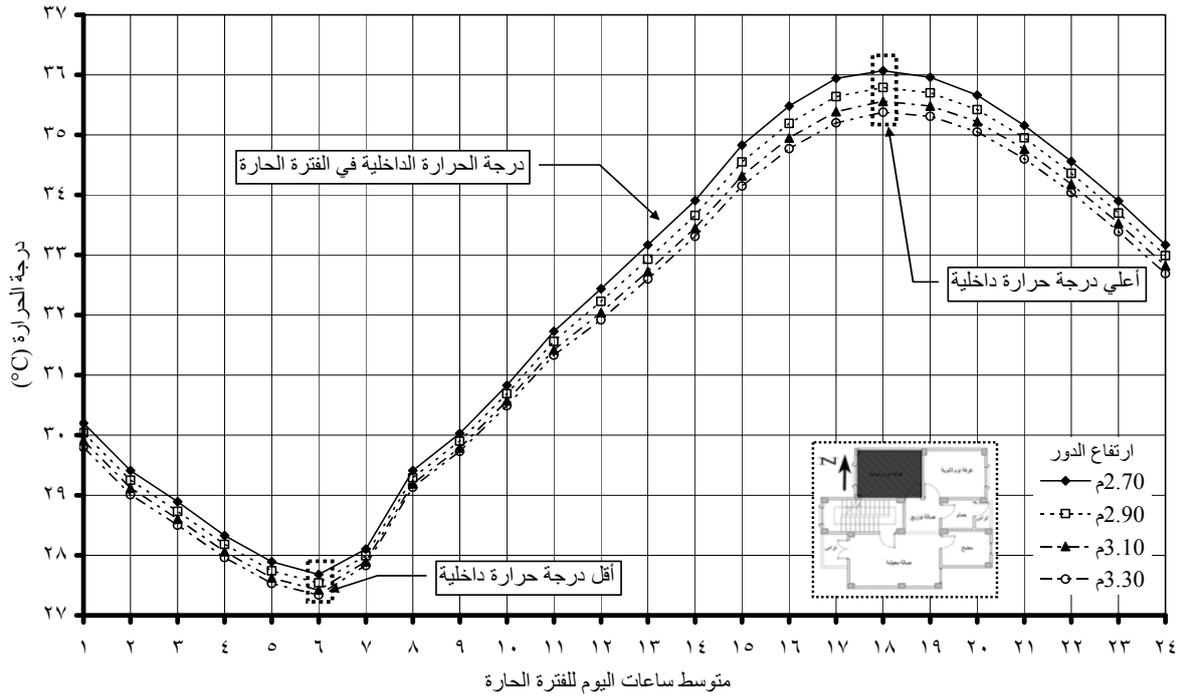
شكل (٦-٣) درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لغرفة ذات التوجيه الشمالي



شكل (٦-٣) درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لغرفة ذات التوجيه الشرقي



شكل (٣-٦): درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة للغرفة ذات التوجيه الجنوبي



شكل (٣-٦د): درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة للغرفة ذات التوجيه الغربي

شكل (٣-٦): درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لغرفة النوم الرئيسية للأربع توجيهات الأساسية بالنموذج السكني للفترة الحارة - انظر الجدول (١-و) و(٢-و) و(٣-و) و(٤-و) بالملحق (و).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة بين جميع الارتفاعات للأربع توجيهات، ونجد الفارق بين درجات الحرارة بين أقصى وأقل ارتفاع لا يتعدى درجة واحدة مئوية مع الوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

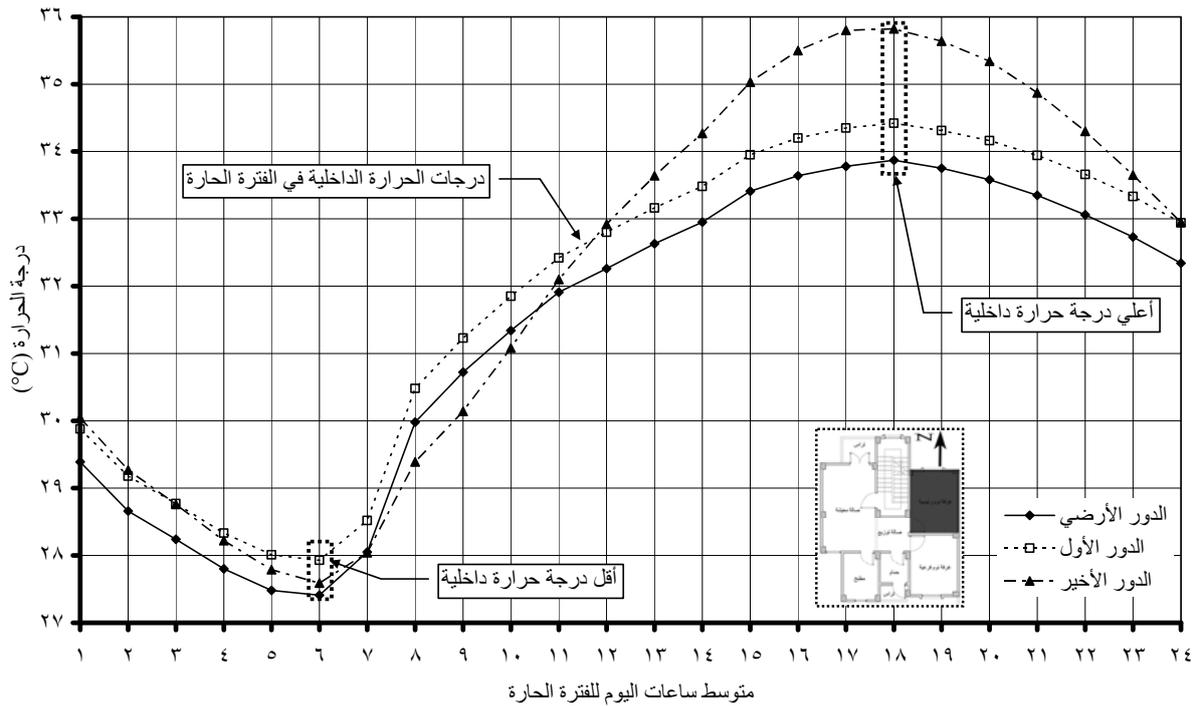
يسجل ارتفاع الفراغ ٣,٣٠م أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة للأربع توجيهات، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٤,١٨م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٥٧م، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٢٣م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٧,٢٩م، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٤,٣٠م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٨٥م، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٣٨م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٧,٣٤م.

وتفسير ذلك لأنه كلما زاد حجم الفراغ يزداد حجم الهواء الساخن المتحرك به مما يساعد علي تخفيف درجة الحرارة داخل الفراغ، لذا نجد أنه كلما زاد ارتفاع الدور في الفترة الحارة كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية.

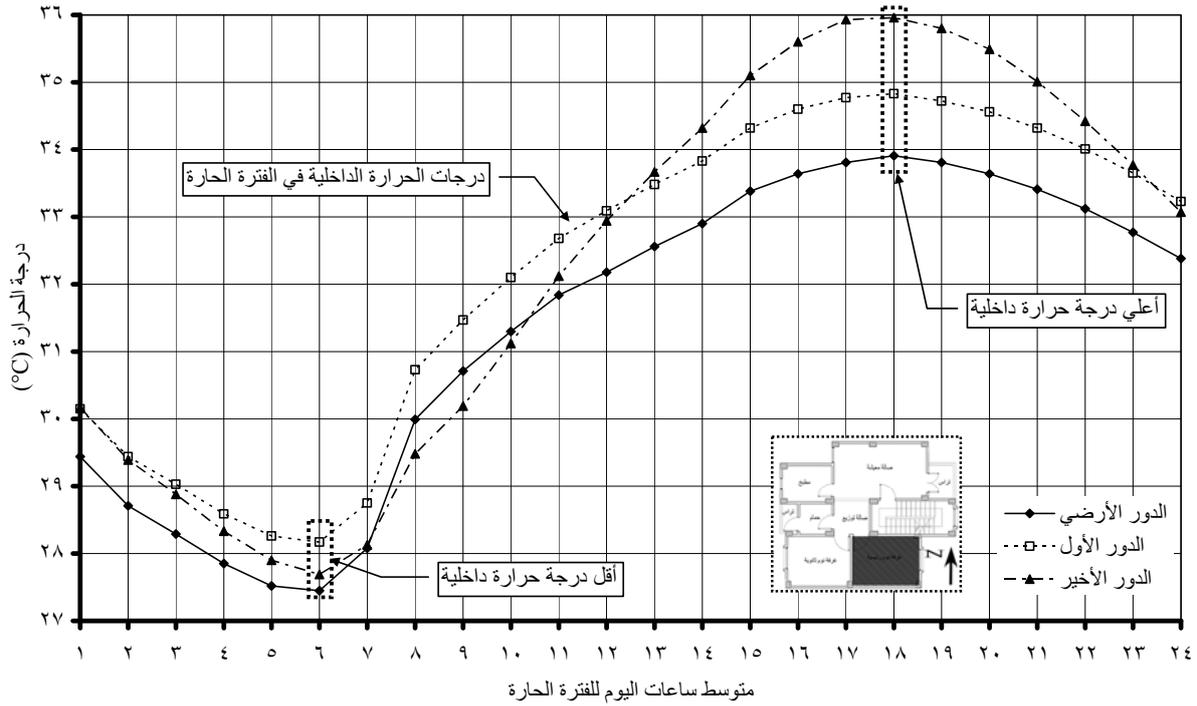
### ٣-١-٥- تأثير اختلاف الدور السكني على الأداء الحراري للفراغ الداخلي:

يتم في هذه الجزء دراسة تأثير اختلاف الدور للنموذج السكني (ع) المختار سلفاً، حيث تم دراسة بين ثلاث أدوار مختلفة وهم (الدور الأرضي - الدور الأول - الدور الأخير) مع تثبيت ارتفاع الدور ٢,٧٠م (مطابقة لما يتم تنفيذه بالفعل).

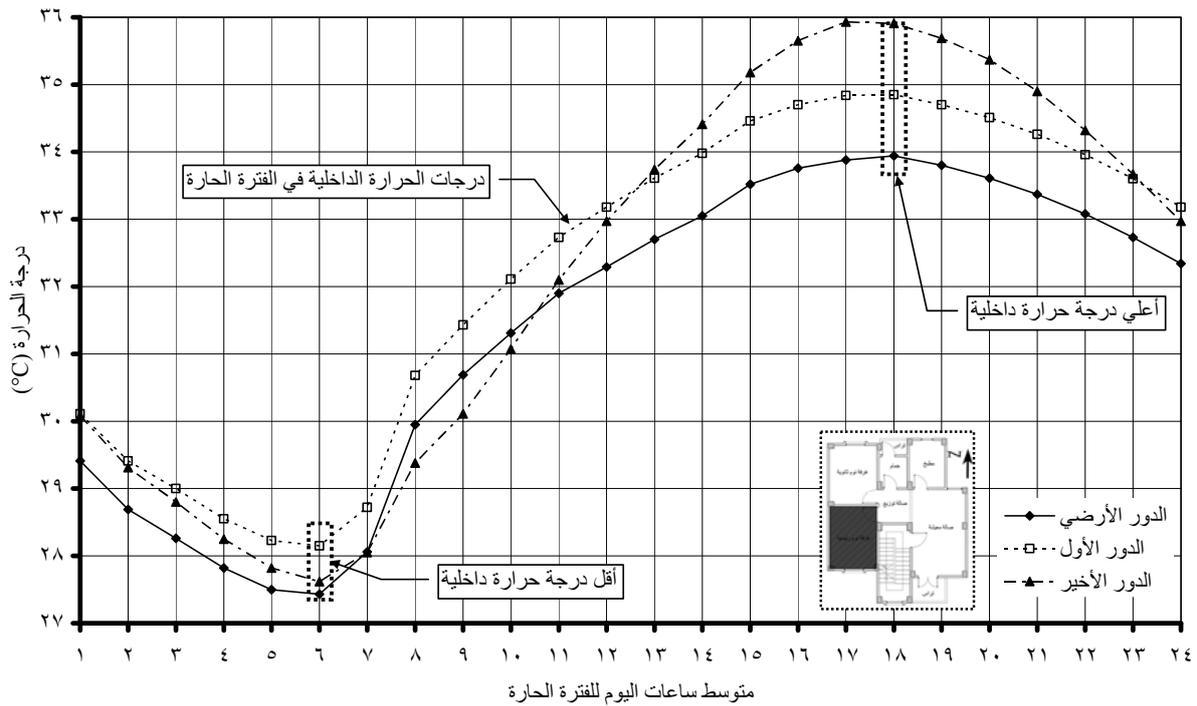
يوضح الشكل (٣-٧) قيم درجات الحرارة الداخلية للأدوار المختلفة لغرفة النوم الرئيسية للأربع توجيهات الأساسية بالنموذج السكني، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



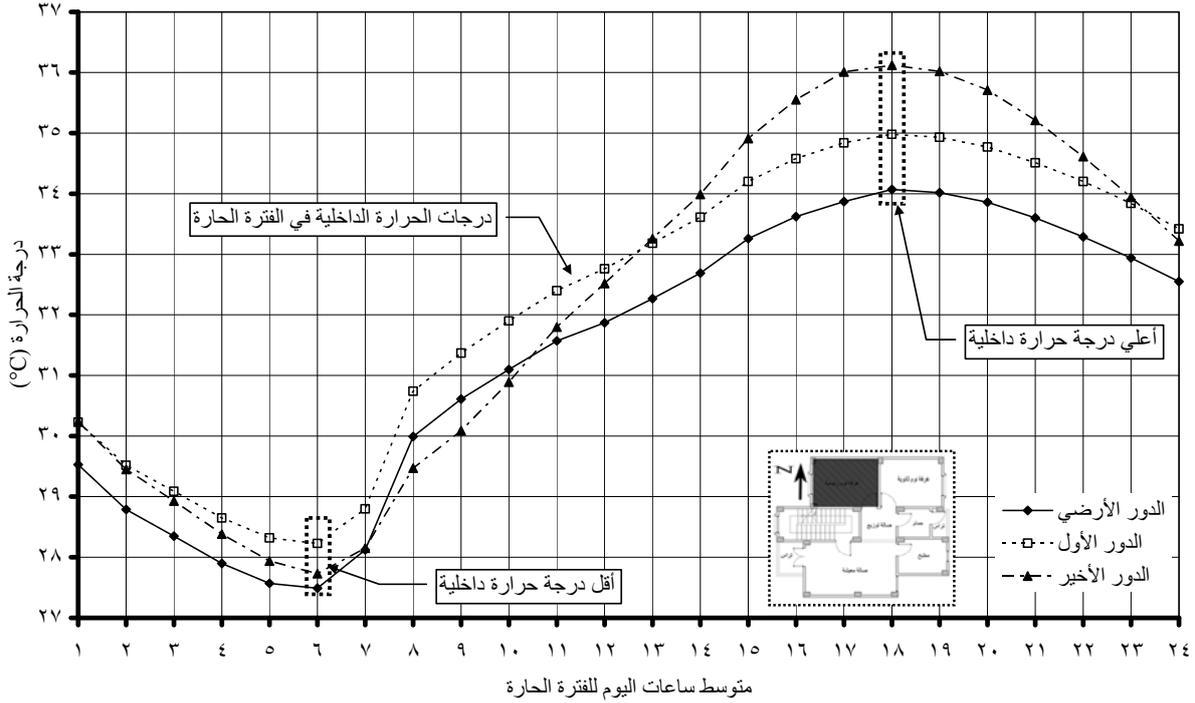
شكل (٣-٧): درجات الحرارة الداخلية بالأدوار المختلفة لغرفة ذات التوجيه الشمالي



شكل (٣-٧): درجات الحرارة الداخلية بالأدوار المختلفة للغرفة ذات التوجيه الشرقي



شكل (٣-٧ج): درجات الحرارة الداخلية بالأدوار المختلفة للغرفة ذات التوجيه الجنوبي



شكل (٣-٧): درجات الحرارة الداخلية للأدوار المختلفة للغرفة ذات التوجيه الغربي  
 شكل (٣-٧): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية بالأدوار المختلفة للنموذج (ع) السكني للفترة الحارة - انظر الجدول (١-ز) و(٢-ز) و(٣-ز) و(٤-ز) بالملحق (ز).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ وجود فارق في درجات الحرارة الداخلية للأدوار المختلفة في الأربع توجيهات، ونجد هذا الفارق يصل إلى درجة مئوية من منتصف الليل حتى الساعة ١٢ ظهراً، أما الفترة المتبقية من اليوم يزداد هذا الفارق ليصل إلى درجتين ونصف مئوية، والوصول إلى أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

يسجل الدور الأرضي أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة للأربع توجيهات، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت  $33,87^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $27,41^{\circ}\text{C}$ ، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $33,91^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $27,45^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $33,94^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $27,43^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,07^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $27,49^{\circ}\text{C}$ .

يسجل الدور الأخير أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة للأربع توجيهات، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,82^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $27,59^{\circ}\text{C}$ ، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,96^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $29,69^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,93^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $27,62^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $36,12^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $27,73^{\circ}\text{C}$ .

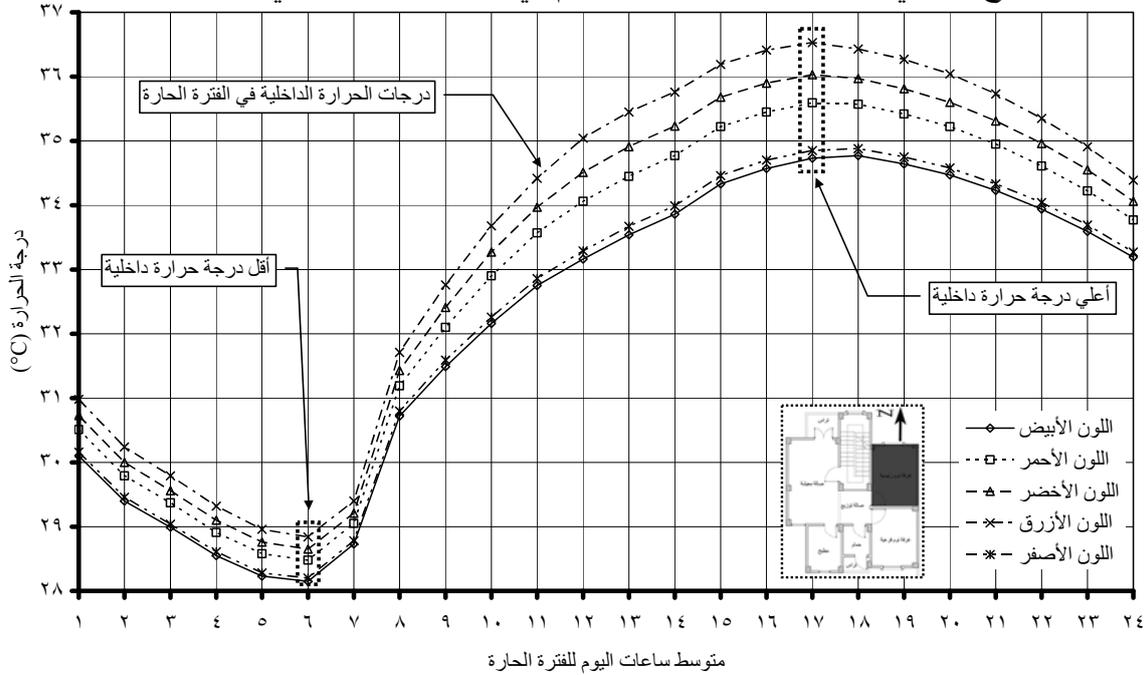
وتفسير ذلك بسبب عدم تعرض الدور الأرضي لأشعة الشمس المباشرة مثل الدور الأخير وكذلك بسبب امتصاص التربة لأشعة الشمس ودرجة الحرارة مما يساعد على تخفيفها داخل الفراغ بالدور الأرضي.

مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما ارتفعنا إلى الأدوار العليا كلما ارتفعت درجة الحرارة الداخلية في الفترة الحارة، حيث نجد أن الدور الأرضي هو الدور السكني المناسب في الفترة الحارة لأنه يسجل أقل درجات حرارة داخل الفراغ السكني.

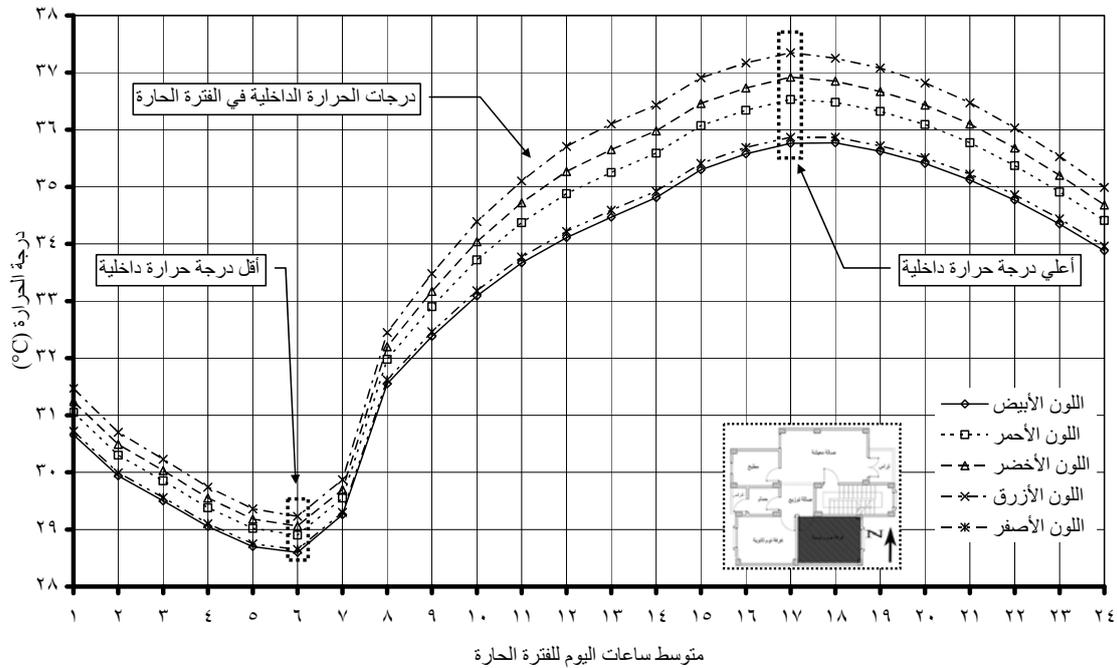
## ٣-١-٦- تأثير ألوان تشطيبات واجهات النموذج على الأداء الحراري للفراغ الداخلي:

يتم في هذه الجزء دراسة تأثير ألوان تشطيبات الواجهات الخارجية للنموذج السكني (ع) المختار سلفاً، حيث تم دراسة بين خمسة ألوان مختلفة وهم (الأبيض - الأحمر - الأخضر - الأزرق - الأصفر) [١\*].

يوضح الشكل (٣-٨)، قيم درجات الحرارة الداخلية لألوان مختلفة لتشطيب الواجهات لغرفة النوم الرئيسية بالنموذج السكني، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.

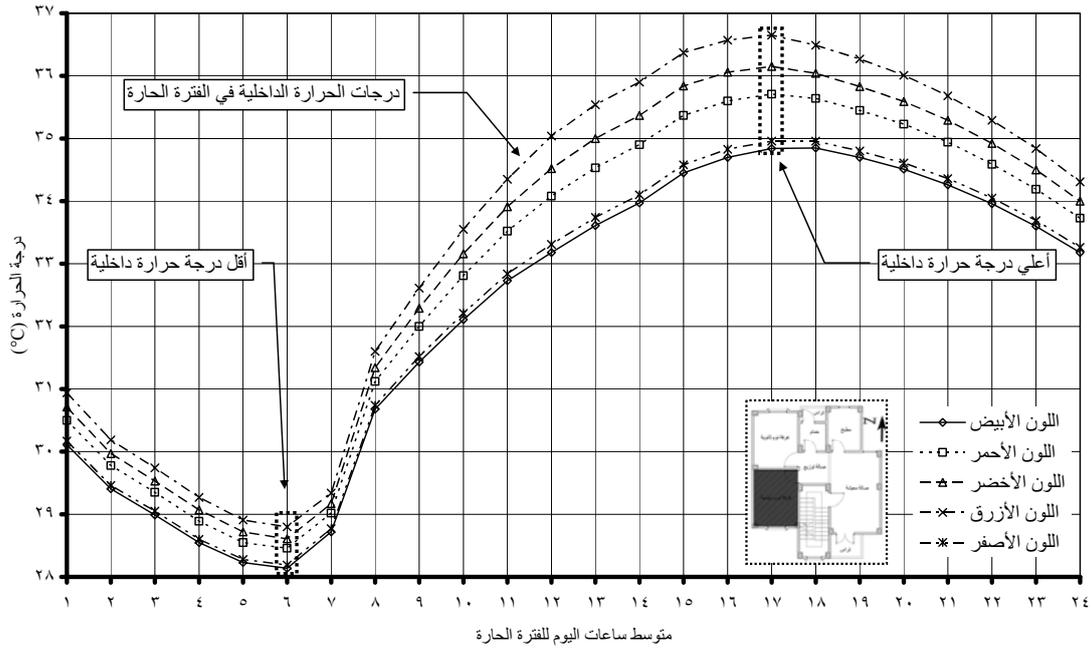


شكل (٣-٨): درجات الحرارة الداخلية لألوان تشطيبات مختلفة للغرفة ذات التوجيه الشمالي

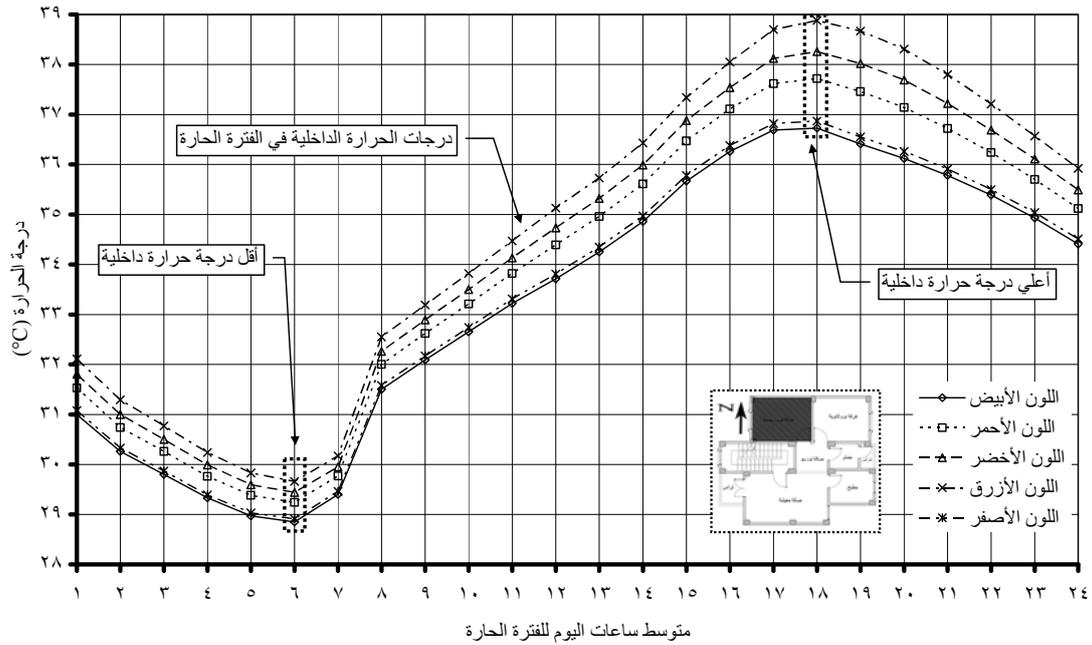


شكل (٣-٨ب): درجات الحرارة الداخلية لألوان تشطيبات مختلفة للغرفة ذات التوجيه الشرقي

[١\*] تم توضيح الخواص الحرارية لكل لون تشطيب مستخدم في الدراسة - انظر الباب الثالث ص ٩٧.



شكل (٣-٨): درجات الحرارة الداخلية لألوان تشطيبات مختلفة للغرفة ذات التوجيه الجنوبي



شكل (٣-٩): درجات الحرارة الداخلية لألوان تشطيبات مختلفة للغرفة ذات التوجيه الغربي

شكل (٣-٨): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية لألوان تشطيبات مختلفة للفترة الحارة للأربع توجيهات - انظر الجدول (ح-١) و(ح-٢) و(ح-٣) و(ح-٤) بالملاحق (ح).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت في فرق درجات الحرارة في الفترة الحارة بين ألوان التشطيبات المختلفة في الأربع توجيهات، مع زيادة هذا التفاوت من الساعة ٨ صباحاً حتى منتصف الليل حتى يصل الفارق إلي درجتين مئوية، أما عن الفترة المتبقية من اليوم نجد تقارب في درجات الحرارة الداخلية ليصل إلي درجة واحدة مئوية، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

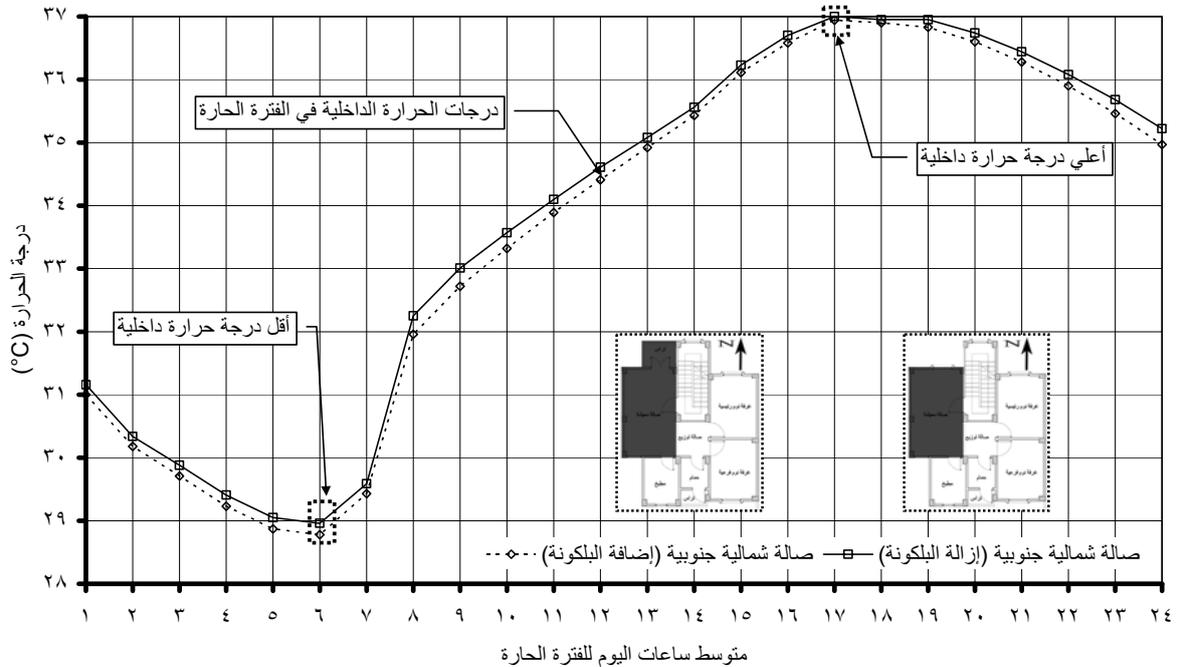
يسجل اللون الأزرق أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة للأربع توجيهات، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت  $36,53^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,84^{\circ}\text{C}$ ، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $37,35^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $29,23^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $36,65^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,80^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $37,88^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $29,66^{\circ}\text{C}$ .

يسجل اللون الأبيض أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة للأربع توجيهات، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,77^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,15^{\circ}\text{C}$ ، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,77^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,60^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,85^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,14^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $36,73^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,85^{\circ}\text{C}$ .

وتفسير ذلك لأنه كلما كان اللون أفتح كلما انخفضت قيمة (E.S.A) [\*] وهي معامل امتصاص الأشعة الشمسية الخارجية فيؤدي إلى انعكاس الأشعة الشمسية الساقطة عليه خارج الفراغ، أما الألوان الداكنة يكون معامل امتصاص الأشعة الشمسية الخارجية أعلى فبالتالي ترتفع درجة حرارة الفراغ. مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما كان اللون أفتح كلما انخفضت درجات الحرارة، لذا نجد أن الألوان الفاتحة مثل الأصفر والأبيض هي المناسبة في الفترة الحارة.

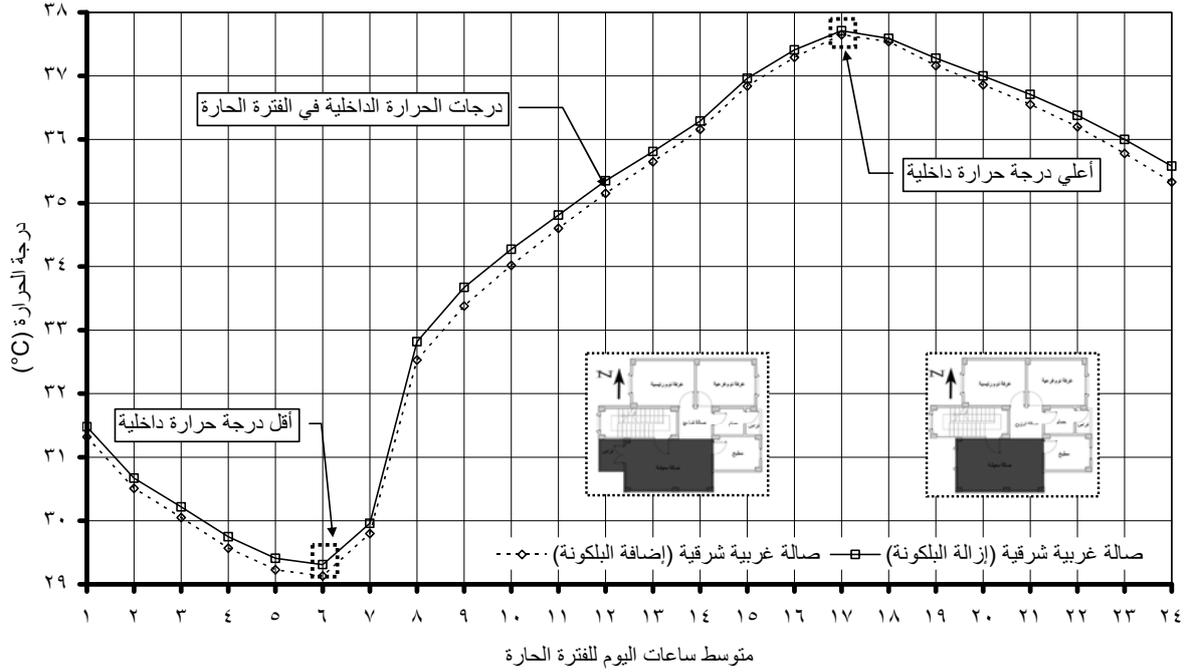
### ٣-١-٧- تأثير إضافة أو إزالة البلكونات على الأداء الحراري للفراغ الداخلي:

يتم في هذه الجزء دراسة تأثير إضافة أو إزالة البلكونات بالنموذج السكني (ع) المختار سلفاً، حيث تتم المحاكاة علي صالة المعيشة ذات التوجيه الشمالي الجنوبي وكذلك الغربية الشرقية بالنموذج السكني، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى، مع تثبيت بروز البلكونة ١,٥٠ متر. يوضح الشكل (٣-٩) قيم درجات الحرارة الداخلية لصالة المعيشة ذات التوجيه الشمالي الجنوبي وكذلك ذو التوجيه الغربي الشرقي.



شكل (٣-٩): درجات الحرارة الداخلية عند إضافة وإزالة البلكونة لصالة المعيشة ذات التوجيه الشمالي الجنوبي

[\*] E.S.A أي (External Solar Absorption) وهي جزء من الإشعاع الشمسي الخارجي التي تمتصه مادة التشطيب.



شكل (٣-٩): درجات الحرارة الداخلية عند إضافة وإزالة البلكونة لصالة المعيشة ذات التوجيه الغربي الشرقي

شكل (٣-٩): درجات الحرارة الداخلية عند إضافة وإزالة البلكونة لصالة المعيشة ذات التوجيه الشمالي الجنوبي والغربي الشرقي للفترة الحارة - انظر الجدول (ط-١) و(ط-٢) بالملاحق (ط).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تقارب في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة بين إضافة وإزالة بلكونة الصالة، مع الوصول إلى أقصى درجة حرارة عند الساعة ٥ عصرًا وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

تسجل صالة المعيشة ذو التوجيه الشمالي الجنوبي (عند إزالة البلكونة) أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $37,00^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,96^{\circ}\text{C}$ ، كما تسجل صالة المعيشة ذو التوجيه الغربي الشرقي (عند إزالة البلكونة) أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $37,17^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $29,31^{\circ}\text{C}$ .

تسجل صالة المعيشة ذو التوجيه الشمالي الجنوبي (عند إضافة البلكونة) أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $36,94^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $27,78^{\circ}\text{C}$ ، كما تسجل صالة المعيشة ذو التوجيه الغربي الشرقي (عند إضافة البلكونة) أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $37,65^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $29,13^{\circ}\text{C}$ .

مما سبق يمكن أن نستنتج أنه عند إضافة بلكونة الصالة تكون مناسبة في الفترة الحارة، وذلك يدل على أهمية وجود البلكونة لأنها تعمل عمل المظلة الأفقية للدور الأسفل مما يسبب في وجود ظلال فيعمل على تخفيض درجة الحرارة داخل الفراغات.

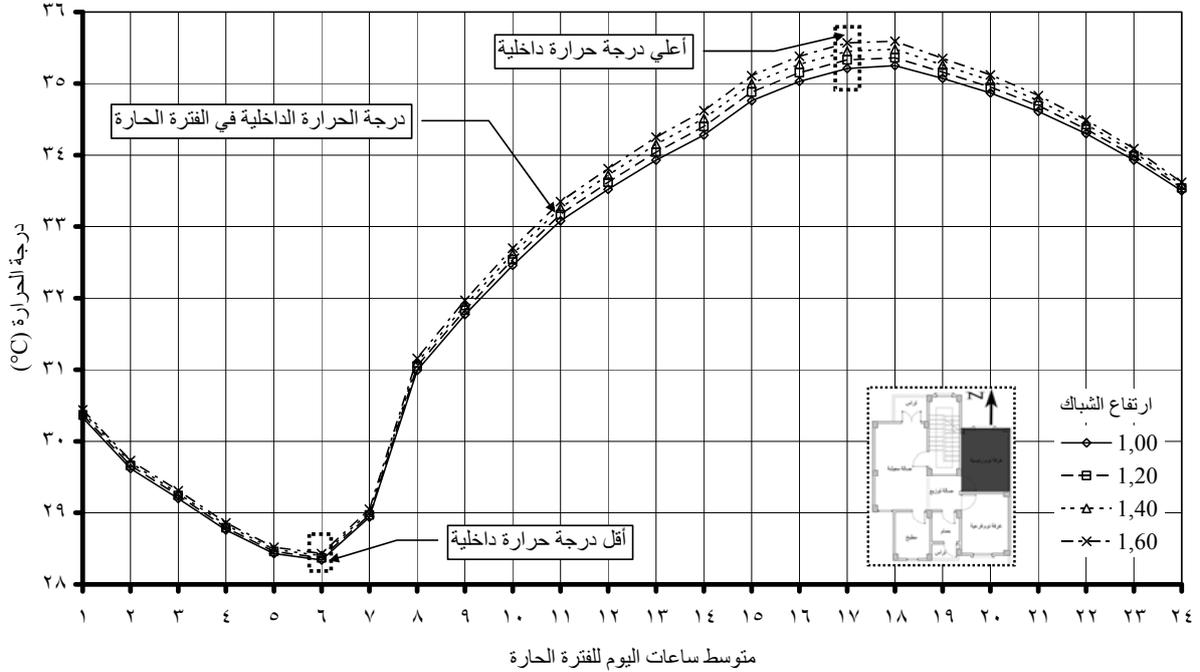
### ٣-١-٨- تأثير معالجات الشبابيك على الأداء الحراري للفراغ الداخلي:

يتم في هذه الجزء دراسة تأثير معالجة فتحات الشبابيك بالنموذج السكني (ع) المختار سلفاً، وكانت المعالجات كالاتي:

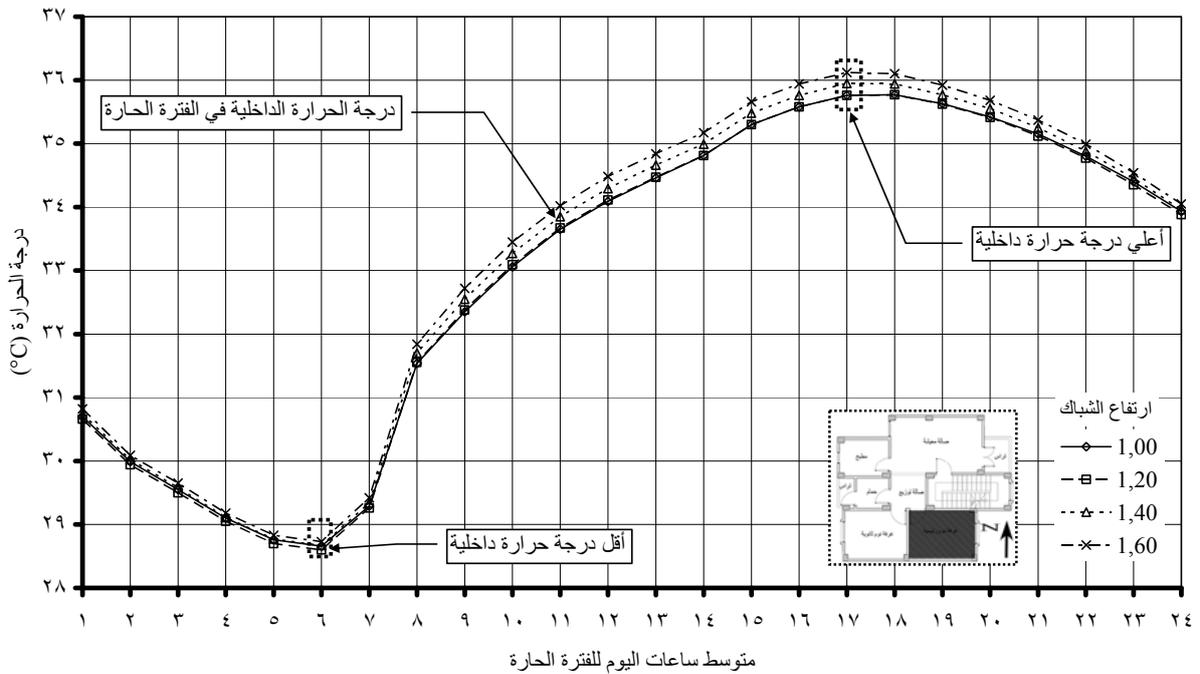
- ارتفاع الشباك.
- عرض الشباك.
- ارتفاع جلسة الشباك.
- اختلاف الزجاج.
- موقع فتحة الشباك.

## ٣-١-٨-١-٣- تغيير ارتفاع الشباك علي الأداء الحراري للفراغ الداخلي:

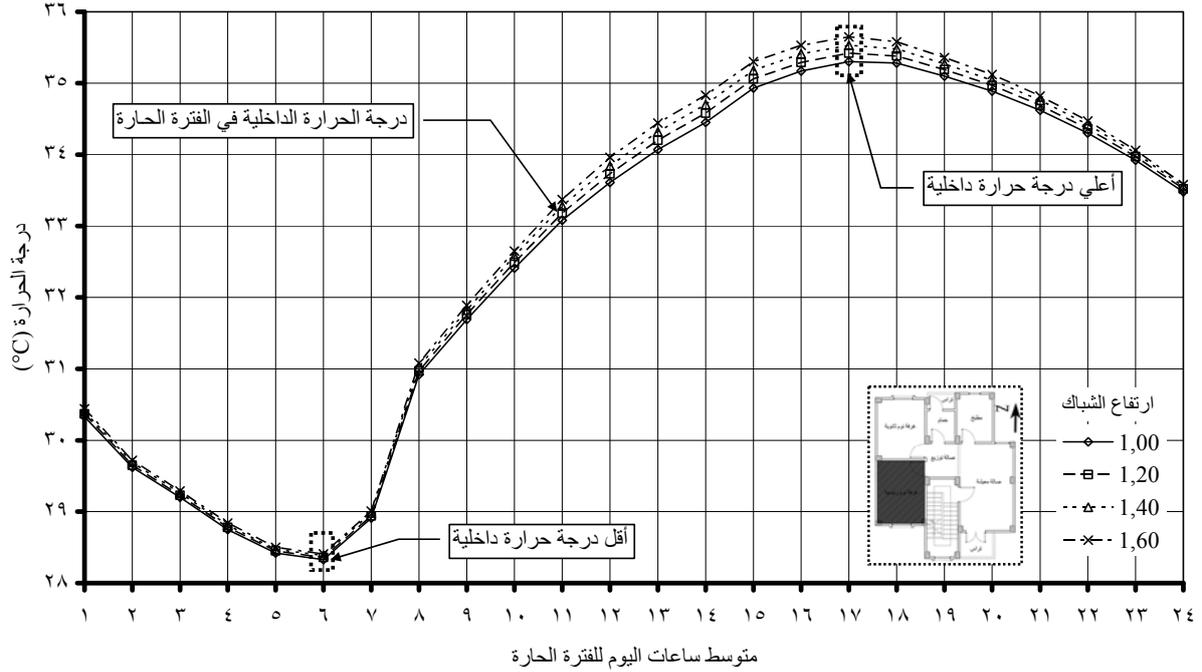
يتم في هذا الجزء دراسة العديد من ارتفاعات الشباك (١,٠٠ - ١,٢٠ - ١,٤٠ - ١,٦٠) متر، مع تثبيت كل من عرض الشباك وارتفاع الجلسة ١,٠٠ م. يوضح الشكل (٣-١٠) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية بالنموذج السكني لارتفاعات مختلفة لشباك الغرفة للأربع توجيهات، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



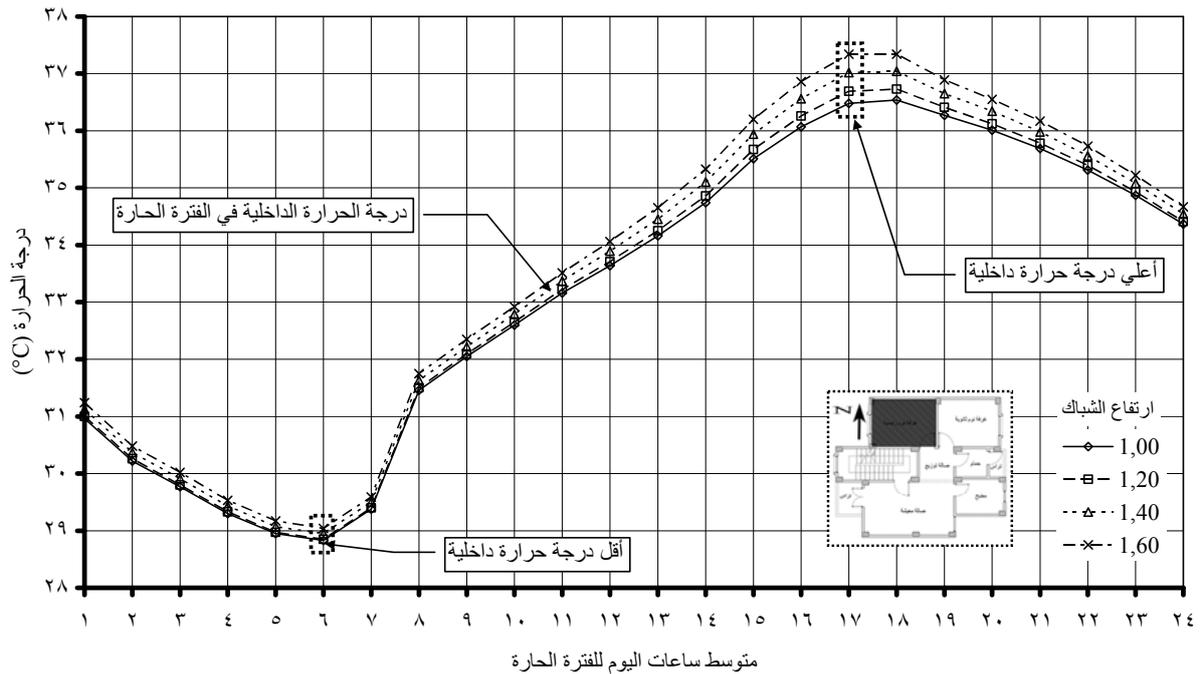
شكل (٣-١٠أ): درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لشباك الغرفة ذات التوجيه الشمالي



شكل (٣-١٠ب): درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لشباك الغرفة ذات التوجيه الشرقي



شكل (٣-١٠ ج): درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لشباك الغرفة ذات التوجيه الجنوبي



شكل (٣-١٠ د): درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لشباك الغرفة ذات التوجيه الغربي

شكل (٣-١٠): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية للأربع توجيهات لارتفاعات مختلفة لشباك الغرفة للفترة الحارة - انظر الجدول (١-ي) و (٢-ي) و (٣-ي) و (٤-ي) بالملحق (ي).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت بسيط في درجات الحرارة الداخلية للفترة الحارة بين جميع ارتفاعات شبك الغرفة في الأربع توجيهات، ونجد الفارق بين درجات الحرارة بين أكبر وأقل ارتفاع لا

يتعدى نصف درجة مئوية، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٥ عصراً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً في الفترة الحارة.

يسجل ارتفاع الشباك ١,٠٠ متر أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة للأربع توجيهات، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٢٥م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٣٤م، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٧٧م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٦٦م، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٣٠م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٣٣م، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٦,٥٤م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٨٣م.

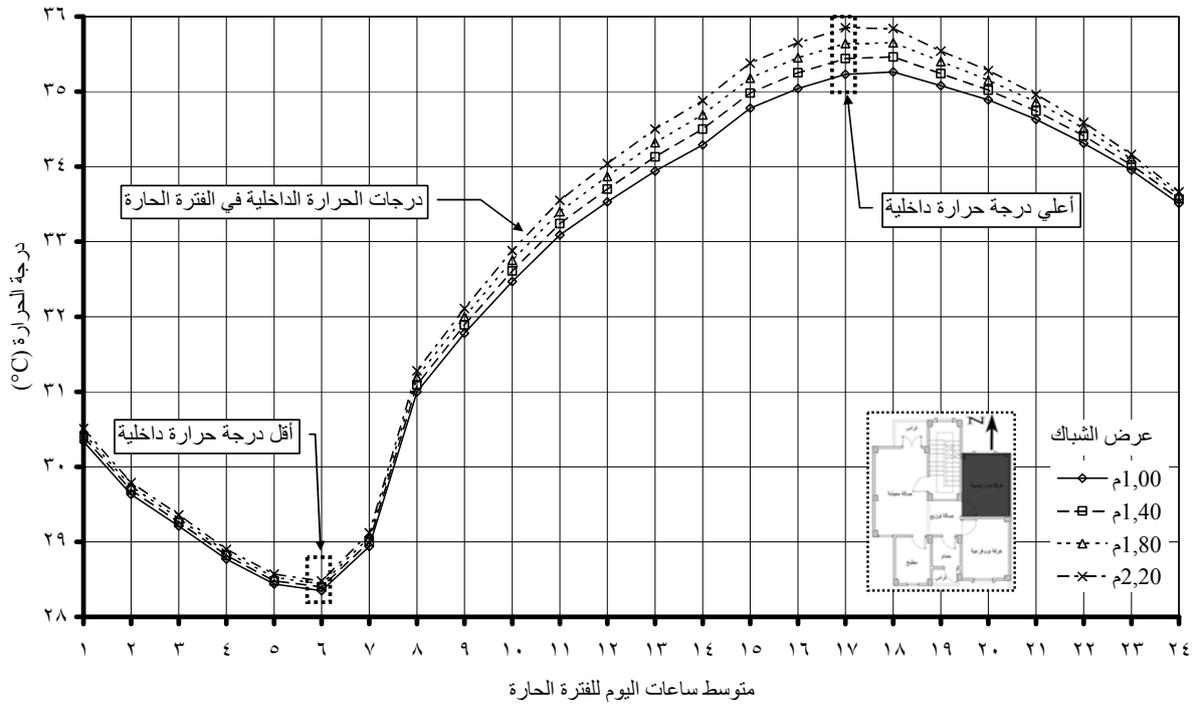
يسجل ارتفاع الشباك ١,٦٠ متر أعلى قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة للأربع توجيهات، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٥٩م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٤٣م، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٦,١٢م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٧٣م، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٦٥م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٤١م، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٧,٣٤م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٩,٠٤م.

مما سبق يمكننا القول بأنه كلما زاد ارتفاع الشباك كلما ارتفعت درجة الحرارة داخل الفراغ السكني وذلك لزيادة مسطح الزجاج المعرض للأشعة الشمسية مما يؤدي إلى انتقال درجة الحرارة الخارجية داخل الفراغ، فذا نجد أن ارتفاع الشباك ١,٠٠ متر هو المناسب في الفترة الحارة.

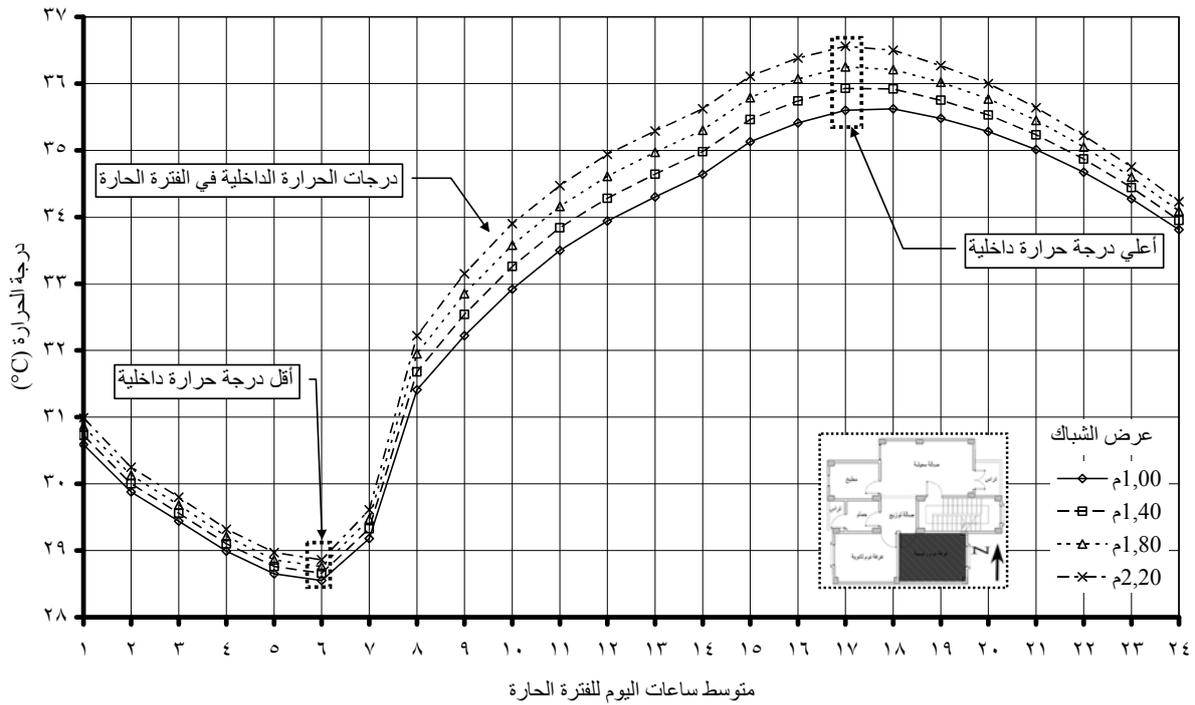
### ٣-١-٨-٢- تغيير عرض الشباك علي الأداء الحراري للفراغ الداخلي:

يتم في هذه الجزء دراسة تأثير تغيير عرض الشباك للنموذج السكني (ع) المختار سلفاً، حيث تم دراسة بين أربع عروض مختلفة وهم (١,٠٠ - ١,٤٠ - ١,٨٠ - ٢,٢٠) متر، مع تثبيت ارتفاع الشباك والجلسة ١,٠٠م.

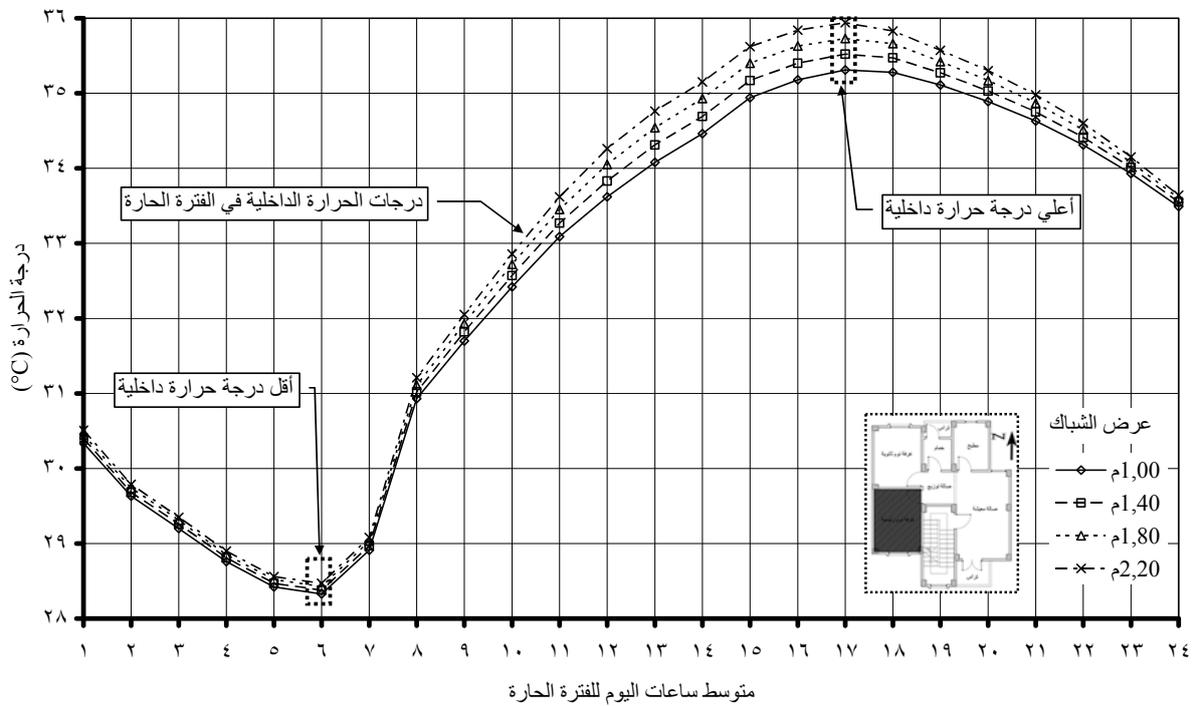
يوضح الشكل (٣-١١) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية بالنموذج السكني لعروض مختلفة لشباك الغرفة للأربع توجيهات، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



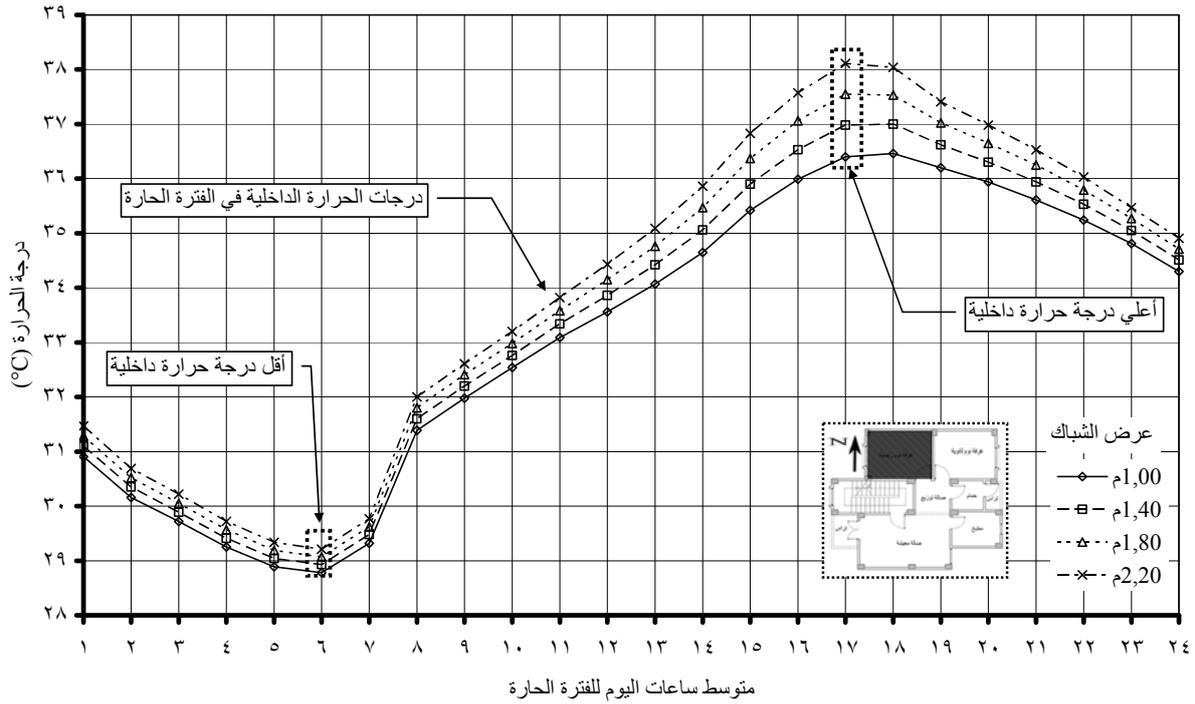
شكل (٣-١١): درجات الحرارة الداخلية لعروض مختلفة لشباك الغرفة ذات التوجيه الشمالي



شكل (٣-١١ب): درجات الحرارة الداخلية لعروض مختلفة لشباك الغرفة ذات التوجيه الشرقي



شكل (٣-١١ج): درجات الحرارة الداخلية لعروض مختلفة لشباك الغرفة ذات التوجيه الجنوبي



شكل (٣-١١): درجات الحرارة الداخلية لعروض مختلفة لشباك الغرفة ذات التوجيه الغربي

شكل (٣-١١): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لعروض مختلفة لشباك الغرفة بالنموذج السكني للفترة الحارة - انظر الجدول (٥-ي) و(٦-ي) و(٧-ي) و(٨-ي) بالملحق (ي).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت درجات الحرارة في الفترة الحارة لجميع عروض شباك الغرفة في الأربع توجيهات، ونجد الفارق بين درجات الحرارة بين أكبر وأقل عرض للشباك يصل إلى درجة مئوية في جميع التوجيهات أما في التوجيه الغربي يصل إلى درجتين مئوية تقريباً، يزداد هذا الفارق في الفترة من الساعة ٨ صباحاً حتى الساعة ٥ عصراً ويقل في باقي اليوم، مع الوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٥ عصراً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

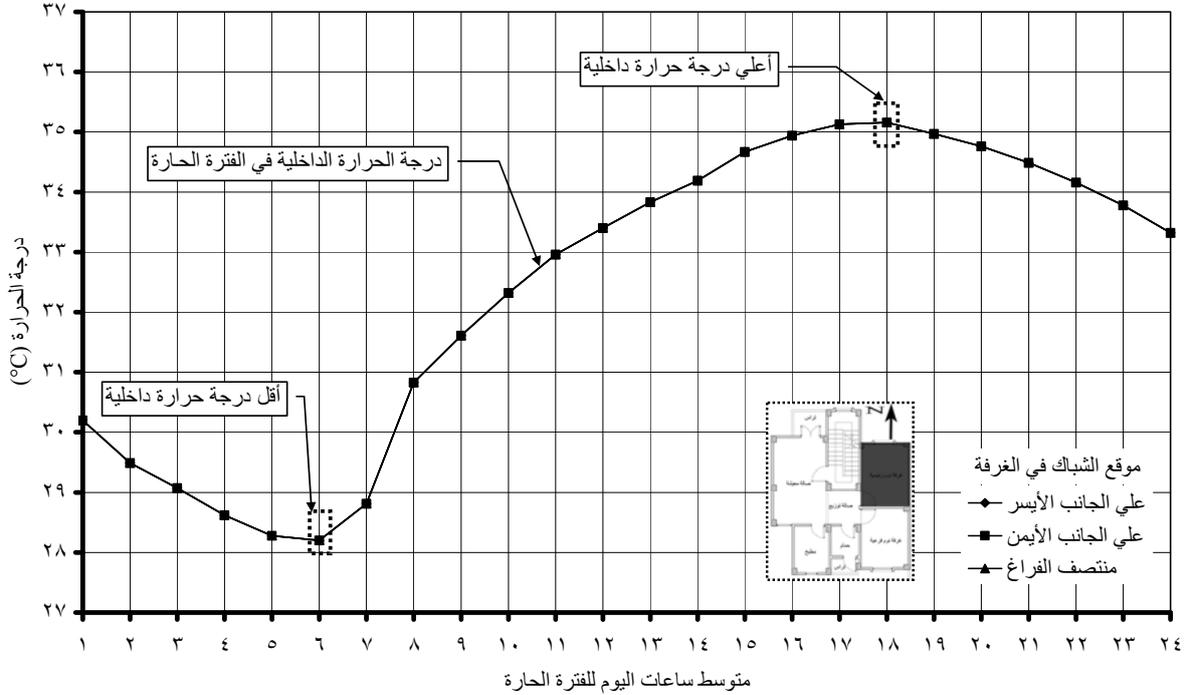
يسجل عرض الشباك ١,٠٠ متر أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة للأربع توجيهات، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٢٥ م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٣٤ م، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٦٢ م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٥٥ م، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٣١ م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٣٣ م، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٦,٤٦ م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٧٨ م.

يسجل عرض الشباك ٢,٢٠ متر أعلى قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة للأربع توجيهات، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٨٥ م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٤٨ م، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٥٦ م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٨٦ م، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٩٤ م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٤٧ م، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٨,١١ م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٩,٢١ م.

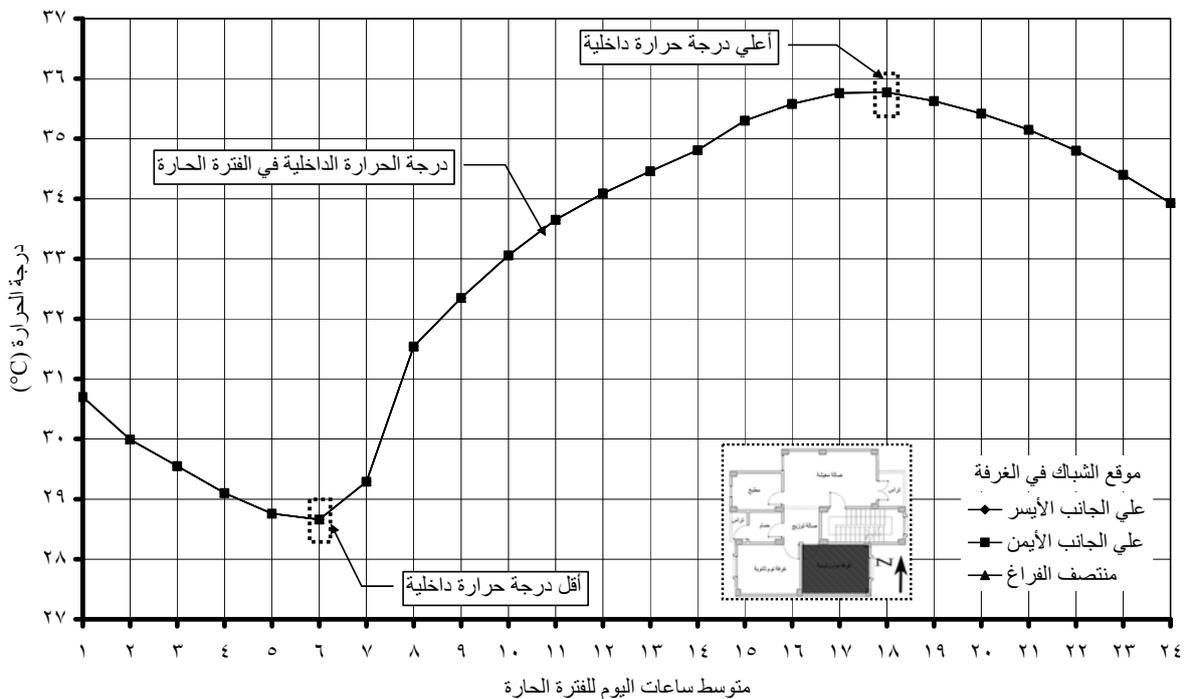
مما سبق يمكننا القول بأنه كلما زاد عرض الشباك كلما ارتفعت درجة الحرارة داخل الفراغ السكني وذلك لزيادة مسطح الزجاج المتعرض للأشعة الشمسية مما يؤدي إلى انتقال درجة الحرارة الخارجية داخل الفراغ، فذا نجد أن عرض الشباك ١,٠٠ متر هو المناسب في الفترة الحارة.

## ٣-٨-١-٣- تغيير موقع الشباك على الأداء الحراري للفراغ الداخلي:

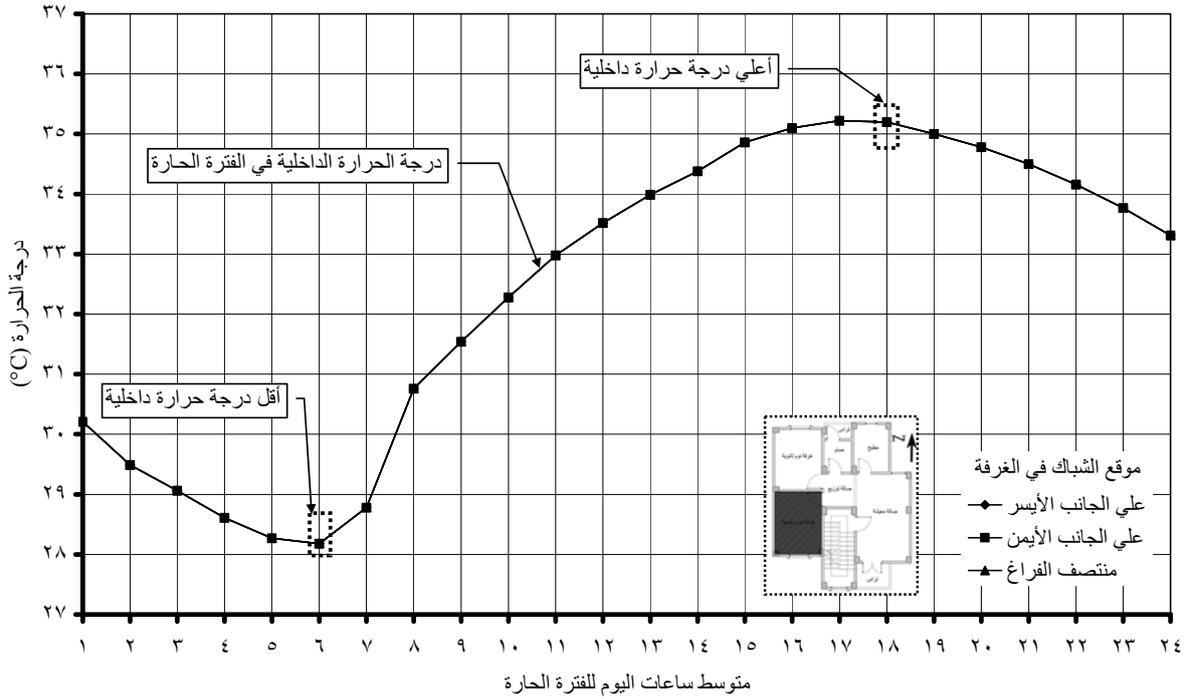
يتم في هذا الجزء دراسة تأثير تغيير موقع الشباك علي درجات الحرارة الداخلية للغرفة، ثم عمل محاكاة لكل موقع شباك علي حده والموقع هي: (علي الجانب الأيسر للفراغ - علي الجانب الأيمن للفراغ- في منتصف الفراغ)، مع تثبيت كل من ارتفاع الشباك وعرضه وجلسته ١,٠٠م.  
يوضح الشكل (٣-١٢) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية بالنموذج السكني لمواقع مختلفة لشباك الغرفة، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



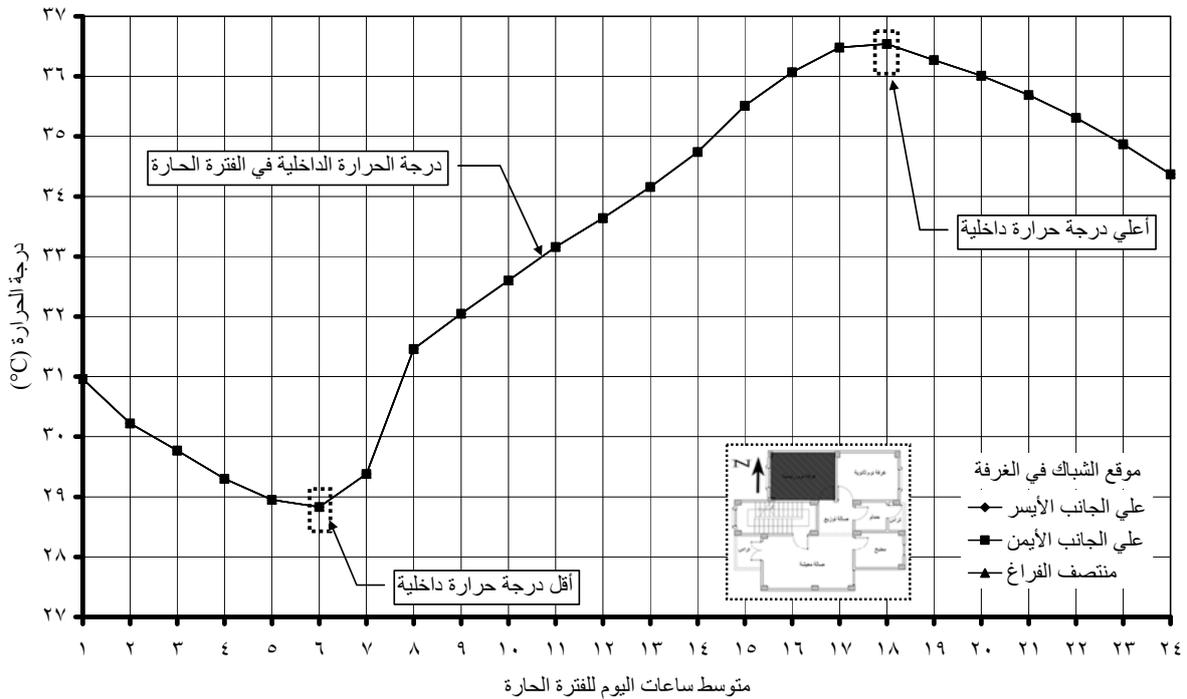
شكل (٣-١٢): درجات الحرارة الداخلية لمواقع مختلفة لشباك الغرفة ذات التوجيه الشمالي



شكل (٣-١٢ب): درجات الحرارة الداخلية لمواقع مختلفة لشباك الغرفة ذات التوجيه الشرقي



شكل (٣-١٢): درجات الحرارة الداخلية لمواقع مختلفة لشباك الغرفة ذات التوجيه الجنوبي



شكل (٣-١٣): درجات الحرارة الداخلية لمواقع مختلفة لشباك الغرفة ذات التوجيه الغربي

شكل (٣-١٢): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية لمواقع مختلفة للشباك للأربع توجيهات للفترة الحارة - انظر الجدول (٩-ي) و(١٠-ي) و(١١-ي) و(١٢-ي) بالملحق (ي).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تساوي درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لجميع مواقع الشبّاك للأربع توجيهات، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

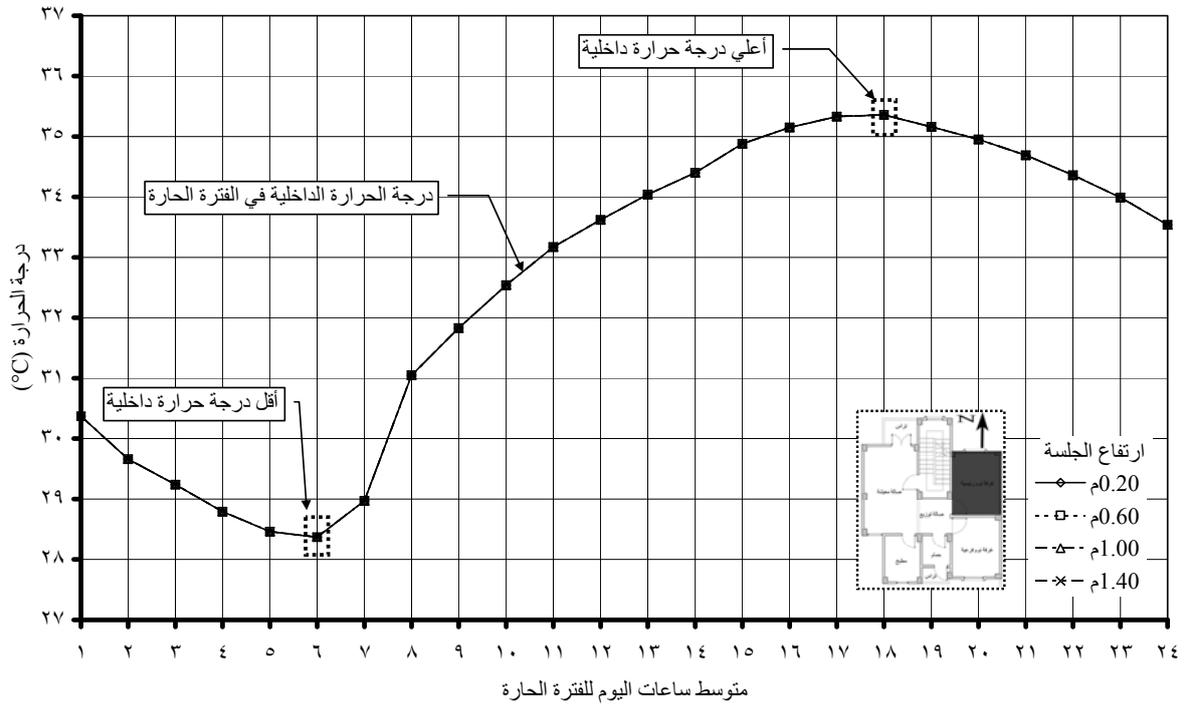
تسجل جميع مواقع الشبّاك بالغرفة في التوجيه الشمالي أعلى درجة حرارة كانت  $35,16^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,20^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الشرقي أعلى درجة حرارة كانت  $35,77^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,66^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الجنوبي أعلى درجة حرارة كانت  $35,22^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,18^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الغربي أعلى درجة حرارة كانت  $36,54^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,83^{\circ}\text{C}$ .

مما سبق يمكن أن نستنتج أنه لا يوجد تأثير لمواقع الشبّاك علي درجات الحرارة الداخلية لأي فراغ سكني في الفترة الحارة وذلك في الأربع توجيهات الرئيسية.

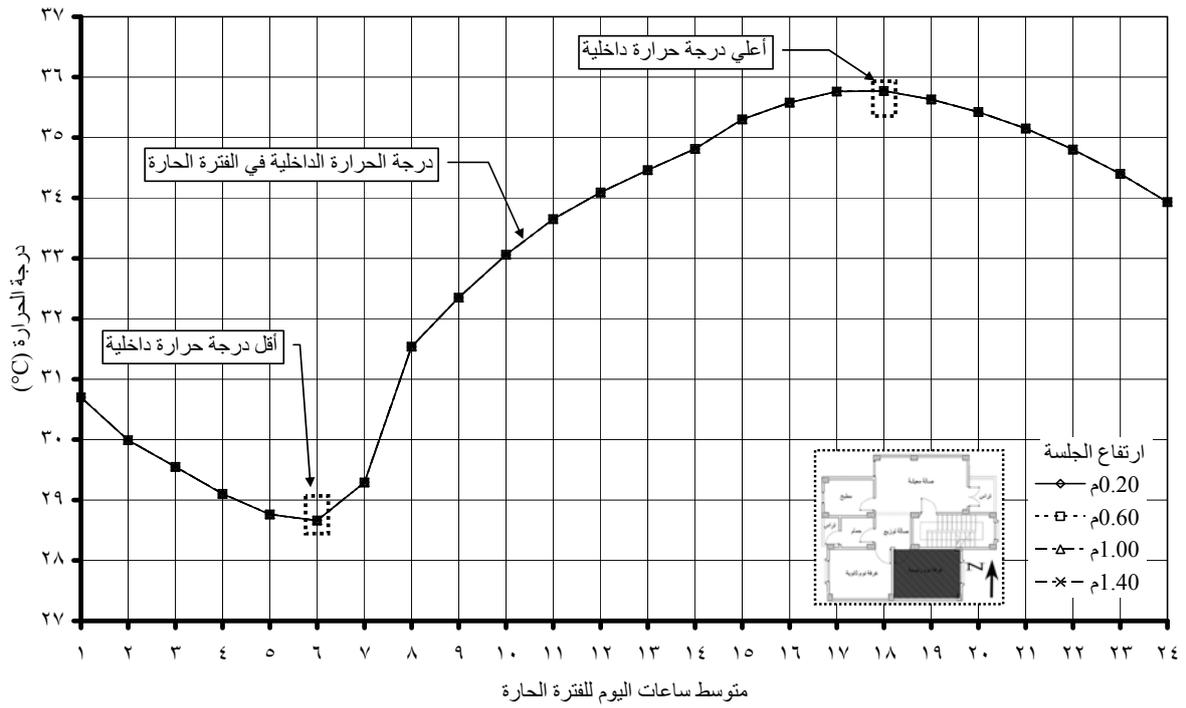
### ٣-١-٨-٤- تغيير ارتفاع جلسة الشبّاك على الأداء الحراري للفراغ الداخلي:

يتم في هذه الجزء دراسة تأثير تغيير ارتفاع جلسة الشبّاك للنموذج السكني (ع) المختار سلفاً، حيث تتم دراسة علي أربع ارتفاعات مختلفة وهم ( $0,20 - 0,60 - 1,00 - 1,40$  متر، مع تثبيت ارتفاع وعرض الشبّاك  $1,00$  م).

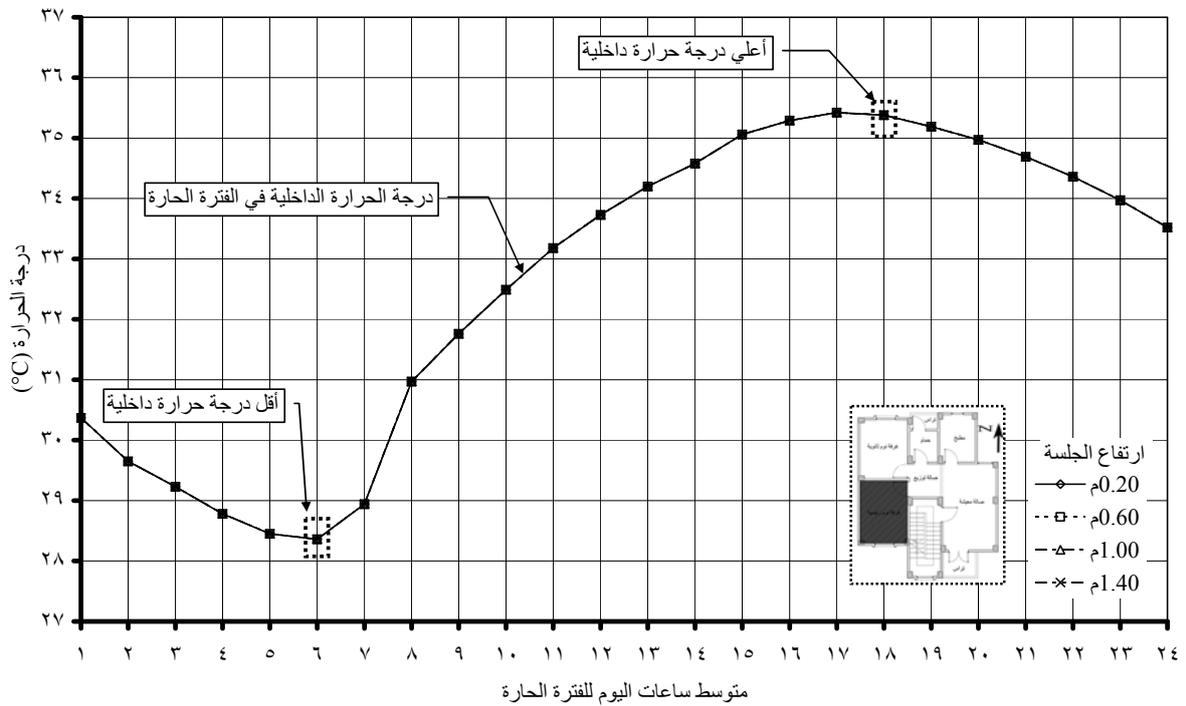
يوضح الشكل (٣-١٣) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية بالنموذج السكني لارتفاعات مختلفة لجلسة الشبّاك، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



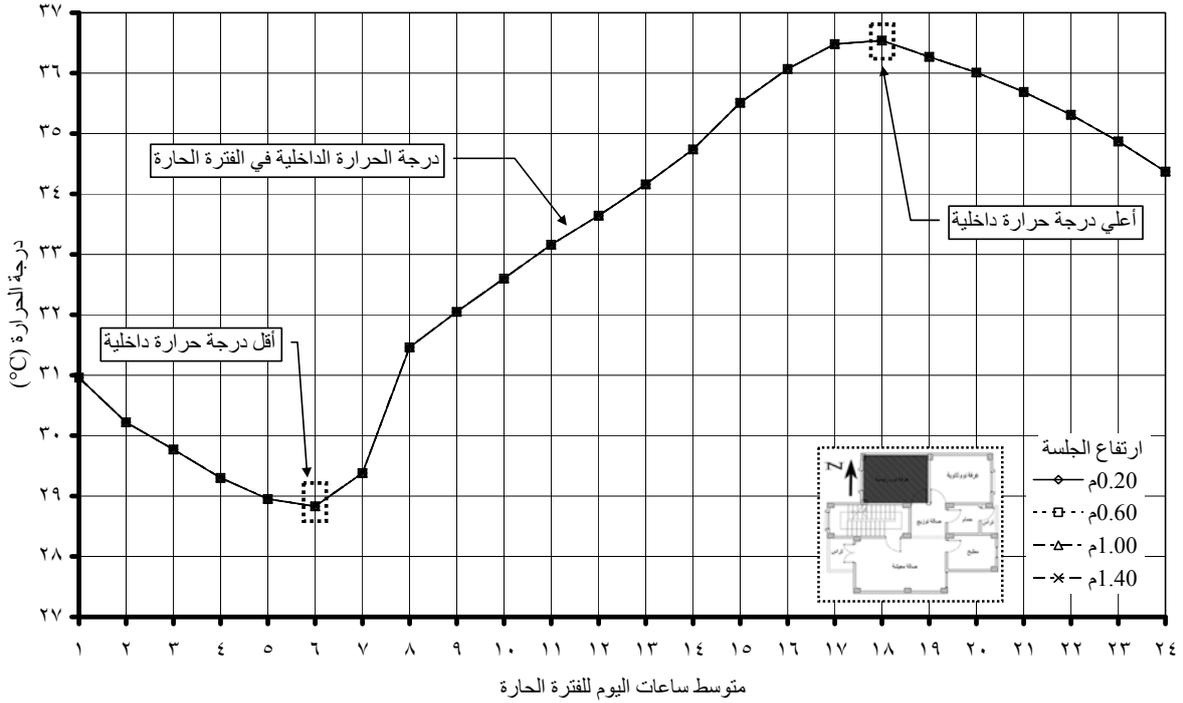
شكل (٣-١٣): درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لجلسة شبّاك غرفة ذات التوجيه الشمالي



شكل (٣-٣ب): درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لجلسة شباك الغرفة ذات التوجيه الشرقي



شكل (٣-٣ج): درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لجلسة شباك الغرفة ذات التوجيه الجنوبي



شكل (٣-١٣): درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لجلسة شباك الغرفة ذات التوجيه الغربي

شكل (٣-١٣): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية لارتفاعات مختلفة لجلسة شباك الغرفة بالنموذج السكني للفترة الحارة - انظر الجدول (ي-١٣) و(ي-١٤) و(ي-١٥) و(ي-١٦) بالملحق (ي).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تساوي درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لجميع ارتفاعات جلسة الشباك للأربع توجيهات، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

تسجل جميع ارتفاعات جلسة الشباك بالغرفة في التوجيه الشمالي أعلى درجة حرارة كانت  $35,16^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,20^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الشرقي أعلى درجة حرارة كانت  $35,77^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,66^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الجنوبي أعلى درجة حرارة كانت  $35,22^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,18^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الغربي أعلى درجة حرارة كانت  $36,54^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28,83^{\circ}\text{C}$ .

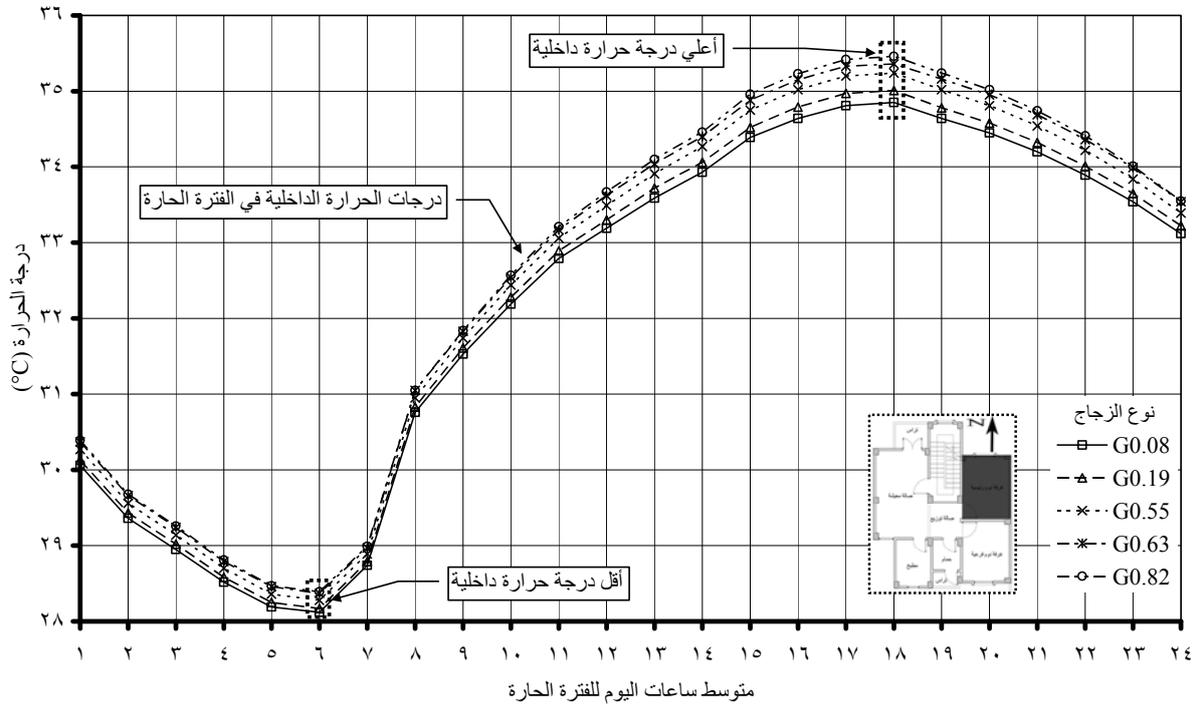
مما سبق يمكن أن نستنتج أنه لا يوجد تأثير لارتفاع جلسة الشباك علي درجات الحرارة الداخلية لأي فراغ سكني في الفترة الحارة وذلك في الأربع توجيهات الرئيسية.

### ٣-١-٨-٥- تغيير نوع زجاج الشبائك علي الأداء الحراري للفراغ الداخلي [\*]:

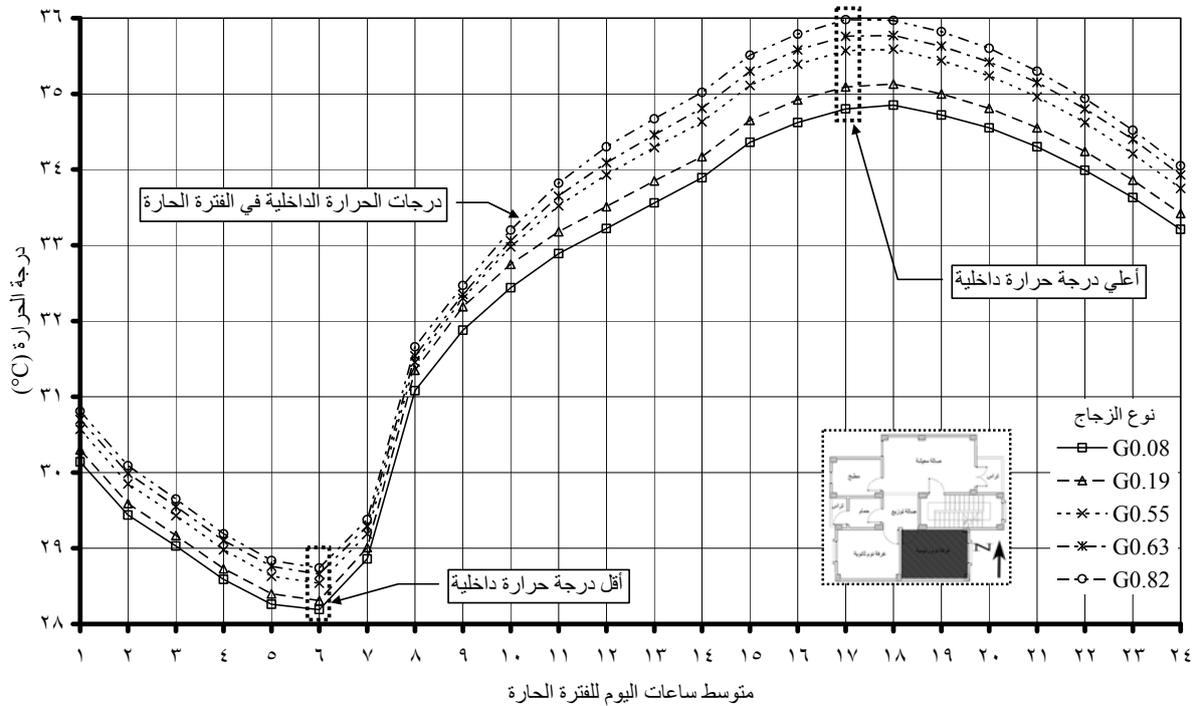
يتم في هذه الجزء دراسة تأثير تغيير نوع زجاج الشباك للنموذج السكني (ع) المختار سلفاً، حيث تم دراسة بين خمس أنواع مختلفة وهم ( $G_{0.08} - G_{0.19} - G_{0.55} - G_{0.63} - G_{0.82}$ ) [\*\*].

[\*] تم دراسة أنواع الزجاج وتأثيره علي انتقال الإشعاع الشمسي من خلاله داخل فراغات المبني، مع توضيح الخواص الحرارية لكل نوع من أنواع الزجاج الذي تم دراسته - انظر الباب الأول - الفصل الثاني ص ٤٤:٤٧.  
[\*\*] تم توضيح الخواص الحرارية لكل زجاج مستخدم في الدراسة - انظر الباب الثالث ص ٩٧.

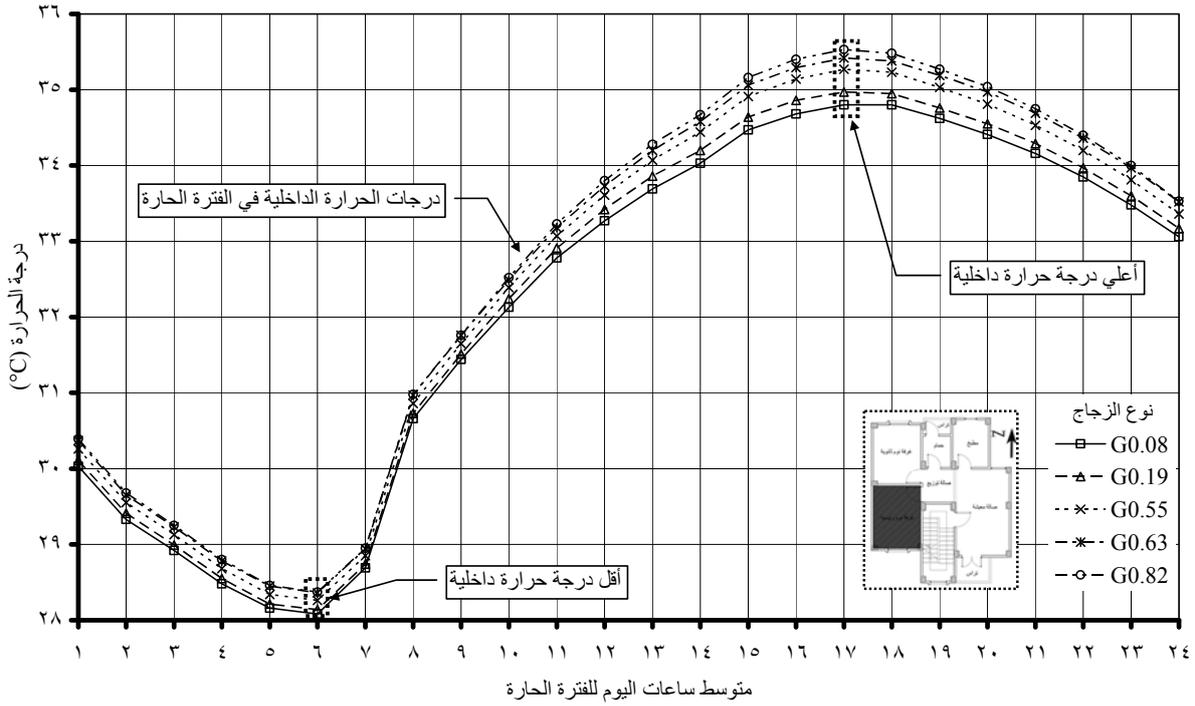
يوضح الشكل (٣-١٤) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية بالنموذج السكني لأنواع مختلفة للزجاج، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



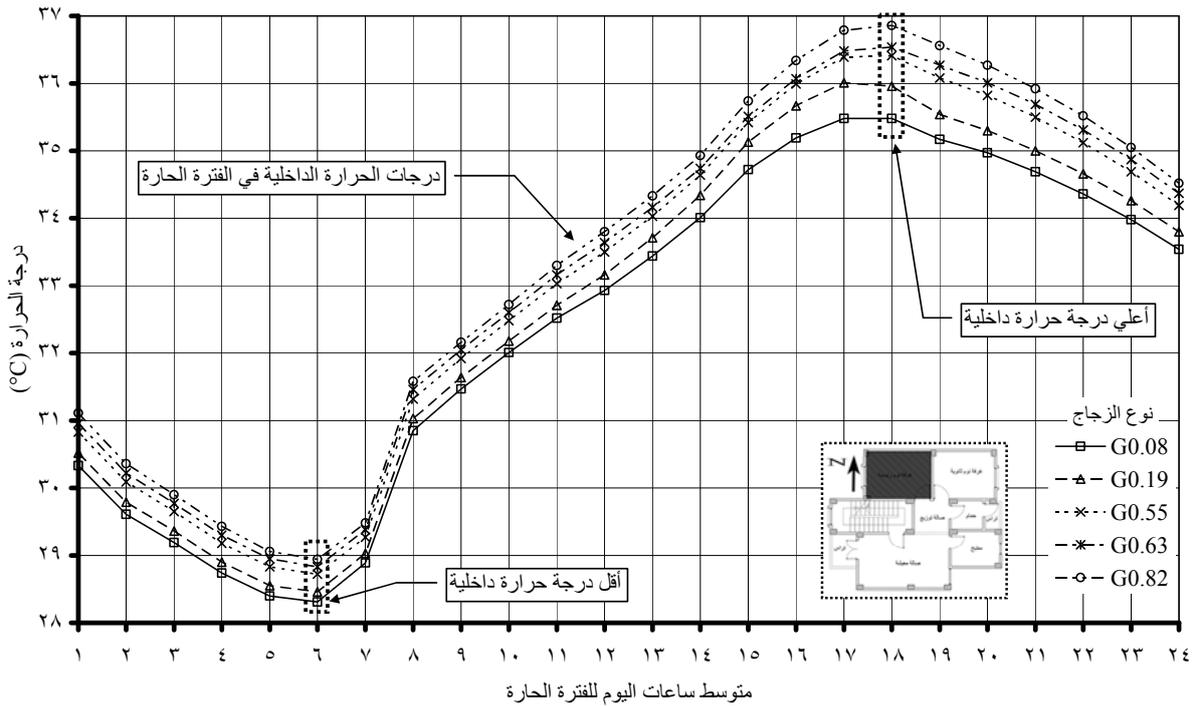
شكل (٣-١٤): درجات الحرارة الداخلية لأنواع مختلفة من زجاج شبك الغرفة ذات التوجيه الشمالي



شكل (٣-١٥): درجات الحرارة الداخلية لأنواع مختلفة من زجاج شبك الغرفة ذات التوجيه الشرقي



شكل (٣-٤ ج): درجات الحرارة الداخلية لأنواع مختلفة من زجاج شبك الغرفة ذات التوجيه الجنوبي



شكل (٣-٤ د): درجات الحرارة الداخلية لأنواع مختلفة من زجاج شبك الغرفة ذات التوجيه الغربي

شكل (٣-٤): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية للأربع توجيهات الأساسية لأنواع مختلفة من زجاج شبك الغرفة للفترة الحارة - انظر الجدول (ي-١٧) و(ي-١٨) و(ي-١٩) و(ي-٢٠) بالملحق (ي).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت بسيط في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لأنواع الزجاج المختلفة، ويزداد هذا التفاوت في الفترة من الساعة ٨ صباحاً حتى منتصف الليل، ونجد الفارق في درجات الحرارة الداخلية بين الأنواع المختلفة من الزجاج يصل إلى درجة واحدة مئوية في

التوجيه الشمالي والجنوبي، أما في كل من التوجيه الشرقي والغربي يزداد الفارق بين درجات الحرارة الداخلية ليصل إلى درجتين مئوية تقريباً، مع الوصول إلى أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً في التوجيه الشمالي والغربي، أما في التوجيه الشرقي والجنوبي تصل أقصى درجة حرارة عند الساعة ٥ عصراً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

يسجل الزجاج ( $G_{0.08}$ ) أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة للأربع توجيهات، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت  $34.35^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28.12^{\circ}\text{C}$ ، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34.85^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28.19^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34.80^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28.08^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35.48^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28.31^{\circ}\text{C}$ .

يسجل الزجاج ( $G_{0.82}$ ) أعلى قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة للأربع توجيهات، فنجد في التوجيه الشمالي أن أعلى درجة حرارة كانت  $35.46^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28.39^{\circ}\text{C}$ ، أما التوجيه الشرقي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35.98^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28.74^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الجنوبي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35.35^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28.37^{\circ}\text{C}$ ، وفي التوجيه الغربي نجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $36.86^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $28.94^{\circ}\text{C}$ .

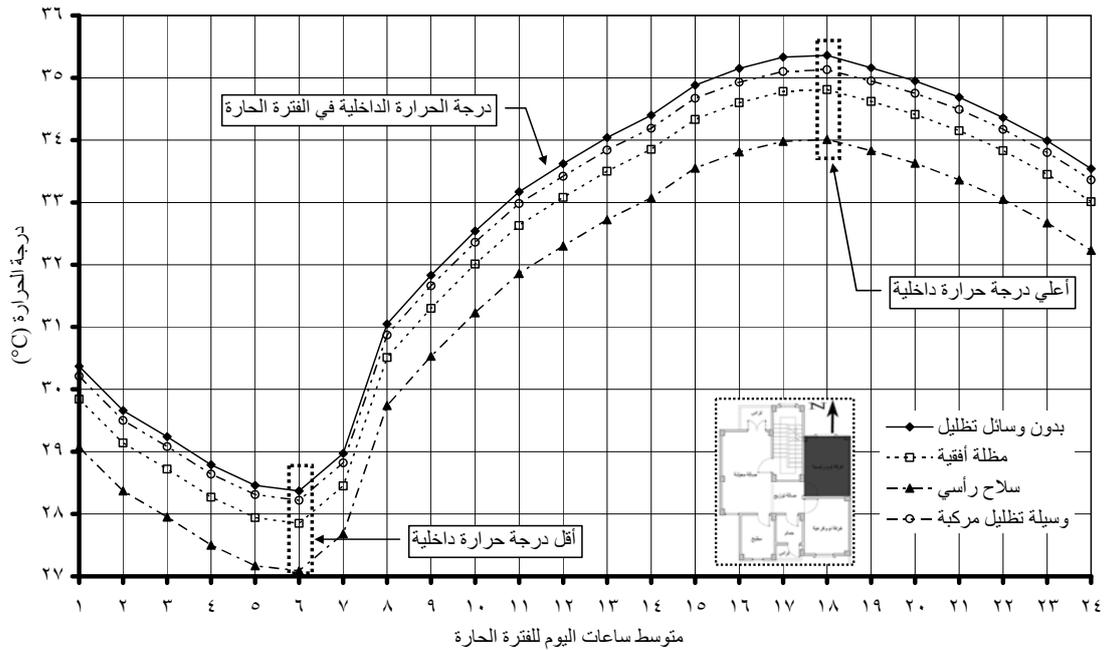
مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد معامل نفاذ الشمس للزجاج كلما ارتفعت درجة الحرارة داخل الفراغات، وذلك بسبب زيادة الطاقة الحرارية المنقولة من خلال الزجاج إلى الفراغات.

### ٣-١-٩- تأثير نوع وسائل التظليل على الأداء الحراري للفراغ الداخلي للأربع توجيهات:

يتم في هذه الجزء دراسة تأثير وسائل التظليل بالنموذج السكني (ع) المختار سلفاً علي الأربع توجيهات الرئيسية وهم ( الشمالية - الشرقية - الجنوبية - الغربية) حيث يتم دراسة الأنواع الآتية: وسائل التظليل الرأسية والأفقية والمركبة.

#### ٣-١-٩-١- الواجهة الشمالية:

يوضح الشكل (٣-١٥) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي بالنموذج السكني لأنواع وسائل التظليل المختلفة، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



شكل (٣-١٥): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لأنواع وسائل التظليل المختلفة في الفترة الحارة - انظر الجدول (ك-١) بالملحق (ك).

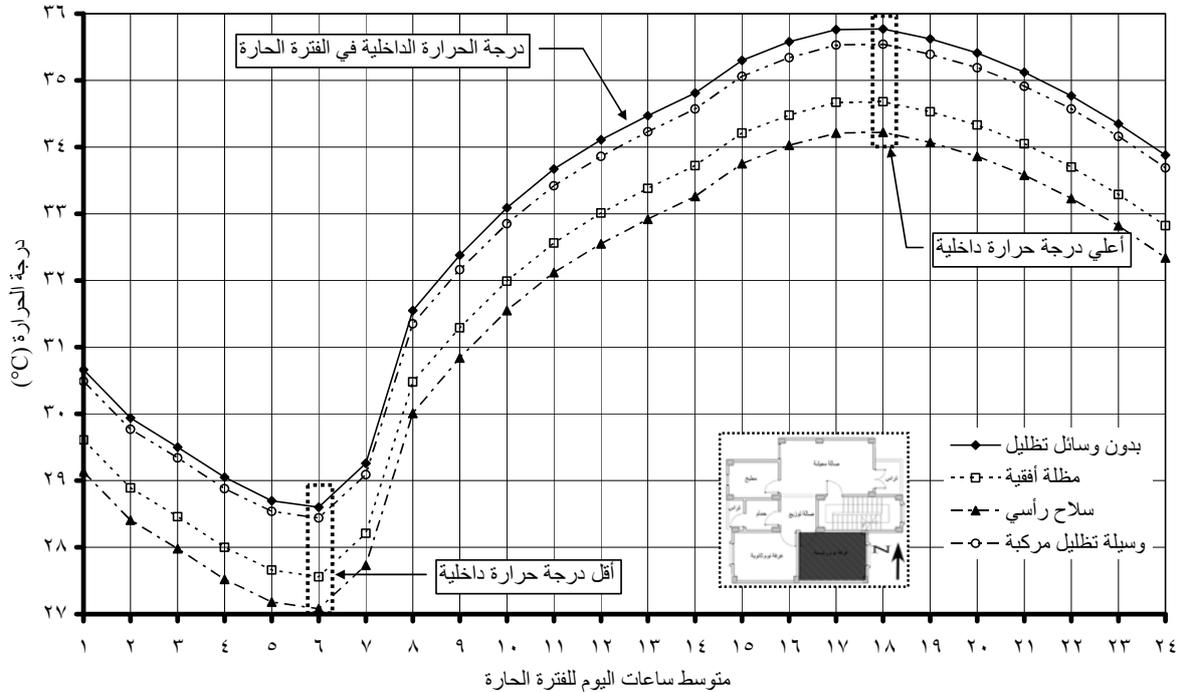
من دراسة الشكل السابق يلاحظ انخفاض درجات الحرارة عند استخدام وسيلة التظليل في الفترة الحارة، كما نجد انخفاض ملحوظ عند استخدام السلاح الرأسى على جانبي الشباك في الواجهة الشمالية يصل إلى درجة ونصف مئوية، والوصول إلى أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

يسجل السلاح الرأسى أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة للتوجيه الشمالي، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,01^{\circ}\text{C}$  وأقل درجة حرارة كانت  $27,09^{\circ}\text{C}$ ، ثم تأتي المظلة الأفقية بعدها لتسجل أعلى درجة حرارة كانت  $34,81^{\circ}\text{C}$  وأقل درجة حرارة كانت  $27,85^{\circ}\text{C}$ ، وأخيراً تسجل وسيلة التظليل المركبة أعلى قيم لدرجات الحرارة داخل الفراغ فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,13^{\circ}\text{C}$  وأقل درجة حرارة كانت  $28,22^{\circ}\text{C}$ .

مما سبق نستنتج أن أنسب وسيلة تظليل لفراغات الواجهة الشمالية هي الأسلحة الرأسية على جانبي الشباك، وأن أسوأ وسيلة تظليل لتلك الواجهة هي وسيلة التظليل المركبة.

### ٣-١-٩-٢- الواجهة الشرقية:

يوضح الشكل (٣-١٦) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي بالنموذج السكني لأنواع وسائل التظليل المختلفة، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



شكل (٣-١٦): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي لأنواع وسائل التظليل المختلفة في الفترة الحارة - انظر الجدول (ك-٢) بالملحق (ك).

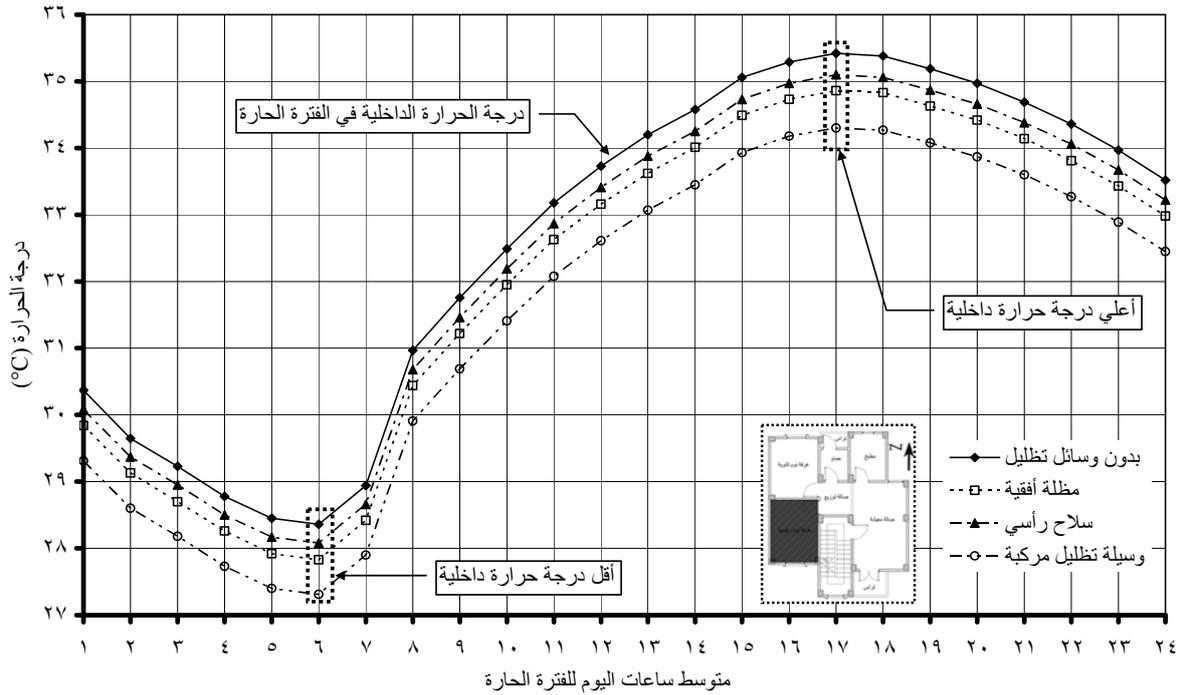
من دراسة الشكل السابق يلاحظ انخفاض درجات الحرارة عند استخدام وسيلة التظليل في الفترة الحارة، كما نجد انخفاض ملحوظ عند استخدام السلاح الرأسى على جانبي الشباك كذلك المظلة الأفقية في الواجهة الشرقية ليصل إلى درجة ونصف مئوية، مع الوصول إلى أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

يسجل السلاح الرأسى أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة للتوجيه الشرقي، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,22^{\circ}\text{C}$  وأقل درجة حرارة كانت  $27,08^{\circ}\text{C}$ ، ثم تأتي المظلة الأفقية بعدها لتسجل أعلى درجة حرارة كانت  $34,68^{\circ}\text{C}$  وأقل درجة حرارة كانت  $27,56^{\circ}\text{C}$ ، وأخيراً تسجل وسيلة التظليل

المركبة أعلى قيم لدرجات الحرارة داخل الفراغ فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,54^{\circ}\text{C}$  وأقل درجة حرارة كانت  $28,44^{\circ}\text{C}$ .  
مما سبق نستنتج أن أنسب وسيلة تظليل لفراغات الواجهة الشرقية هي الأسلحة الرأسية على جانبي الشباك، وأن أسوأ وسيلة تظليل لتلك الواجهة هي وسيلة التظليل المركبة.

### ٣-٩-١-٣- الواجهة الجنوبية:

يوضح الشكل (٣-١٧) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي بالنموذج السكني لأنواع وسائل التظليل المختلفة، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



شكل (٣-١٧): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي لأنواع وسائل التظليل المختلفة في الفترة الحارة - انظر الجدول (ك-٣) بالملحق (ك).

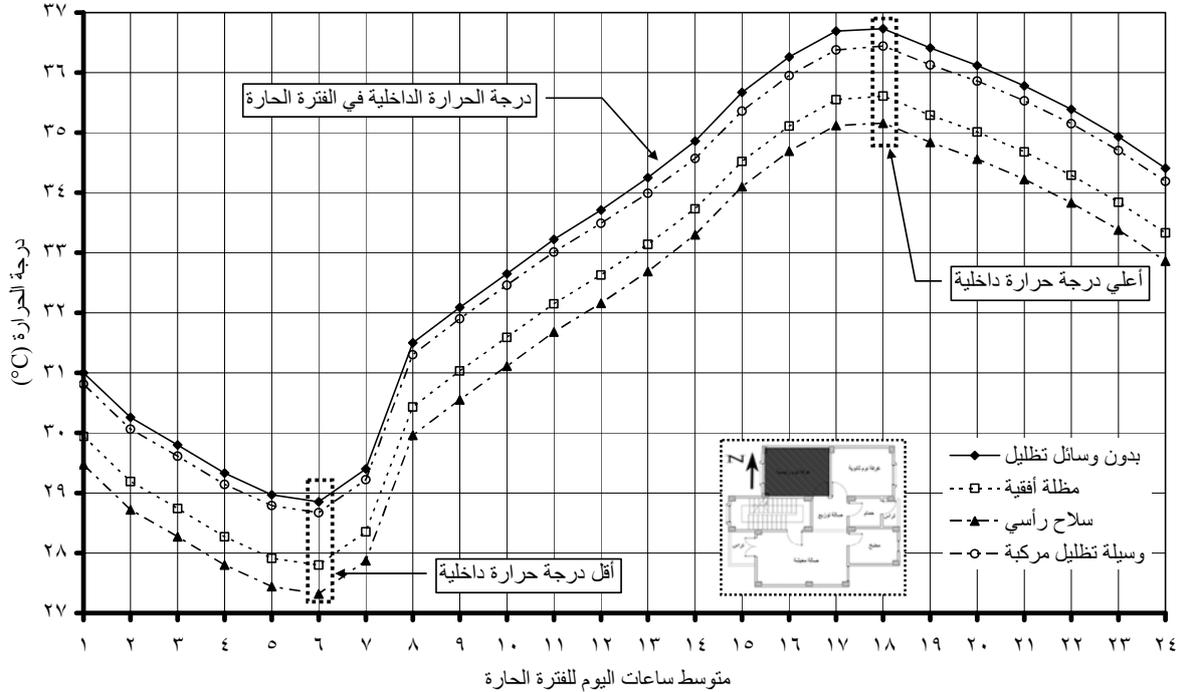
من دراسة الشكل السابق يلاحظ انخفاض درجات الحرارة عند استخدام وسيلة التظليل في الفترة الحارة، كما نجد انخفاض ملحوظ عند استخدام وسيلة التظليل المركبة في الواجهة الجنوبية ليصل إلى درجة ونصف مئوية تقريباً، مع الوصول إلى أقصى درجة حرارة عند الساعة ٥ عصراً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

تسجل وسيلة التظليل المركبة أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة للتوجيه الجنوبي، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,30^{\circ}\text{C}$  وأقل درجة حرارة كانت  $27,31^{\circ}\text{C}$ ، ثم تأتي المظلة الأفقية بعدها لتسجل أعلى درجة حرارة كانت  $34,86^{\circ}\text{C}$  وأقل درجة حرارة كانت  $27,83^{\circ}\text{C}$ ، وأخيراً تسجل وسيلة التظليل الرأسية أعلى قيم لدرجات الحرارة داخل الفراغ فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,10^{\circ}\text{C}$  وأقل درجة حرارة كانت  $28,08^{\circ}\text{C}$ .

مما سبق نستنتج أن أنسب وسيلة تظليل لفراغات الواجهة الجنوبية هي وسيلة التظليل المركبة، وأن أسوأ وسيلة تظليل لتلك الواجهة هي وسيلة التظليل الرأسية ( السلاح الرأسية علي جانبي الشباك).

## ٣-١-٩-٤- الواجهة الغربية:

يوضح الشكل (٣-١٨) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي بالنموذج السكني لأنواع وسائل التظليل المختلفة، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.



شكل (٣-١٨): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي لأنواع وسائل التظليل المختلفة في الفترة الحارة - انظر الجدول (ك-٤) بالملحق (ك).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ انخفاض درجات الحرارة عند استخدام وسيلة التظليل في الفترة الحارة، كما نجد انخفاض ملحوظ عند استخدام وسيلة التظليل الرأسية في الواجهة الغربية ليصل إلى درجة ونصف مئوية تقريباً، مع الوصول إلى أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

تسجل وسيلة التظليل الرأسية أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة للتوجيه الغربي، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,16^{\circ}\text{C}$  وأقل درجة حرارة كانت  $27,32^{\circ}\text{C}$ ، ثم تأتي المظلة الأفقية بعدها لتسجل أعلى درجة حرارة كانت  $35,61^{\circ}\text{C}$  وأقل درجة حرارة كانت  $27,80^{\circ}\text{C}$ ، وأخيراً تسجل وسيلة التظليل المركبة أعلى قيم لدرجات الحرارة داخل الفراغ فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $36,44^{\circ}\text{C}$  وأقل درجة حرارة كانت  $28,67^{\circ}\text{C}$ .

مما سبق نستنتج أن أنسب وسيلة تظليل لفراغات الواجهة الغربية هي وسيلة التظليل الرأسية (السلاح الرأسية على جانبي الشباك)، وأن أسوأ وسيلة تظليل لتلك الواجهة هي وسيلة التظليل المركبة.

## ٣-١-١٠- تأثير بروز وسائل التظليل على الأداء الحراري للفراغ الداخلي:

يتم في هذه الجزء دراسة تأثير بروز وسائل التظليل بالنموذج السكني (ع) المختار سلفاً، وتتم الدراسة على الأربع توجيهات الرئيسية وهم ( الشمالية - الشرقية - الجنوبية - الغربية) حيث يتم دراسة

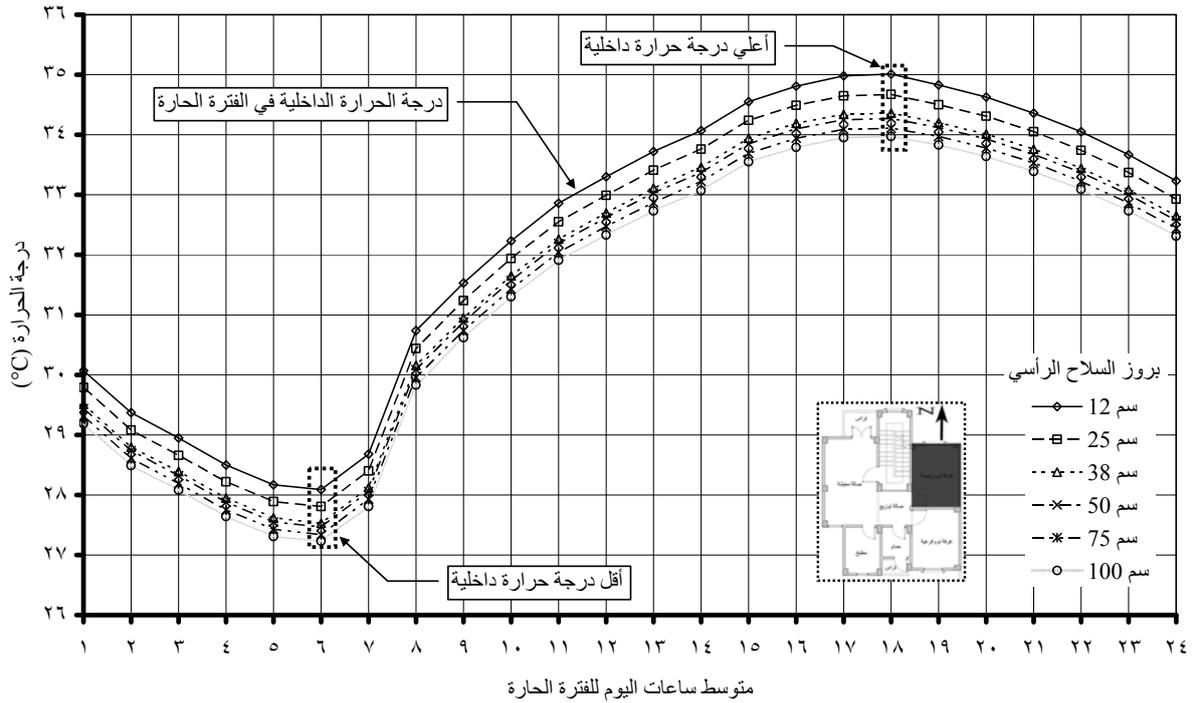
كل من الآتي: وسائل التظليل الرأسية والأفقية والمركبة وبيروزات مختلفة وهي (١٢ - ٢٥ - ٣٨ - ٥٠ - ٧٥ - ١٠٠ سم)، علماً بأن عملية المحاكاة تتم في الدور الأخير بالمبنى.

### ٣-١-١٠-١- وسيلة التظليل الرأسية:

يتم في هذا الجزء دراسة تأثير بروز وسيلة التظليل الرأسية علي التوجيهات المختلفة للنموذج السكني على درجات الحرارة الداخلية للفراغات السكنية.

#### - غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي:

يوضح الشكل (٣-١٩) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي.



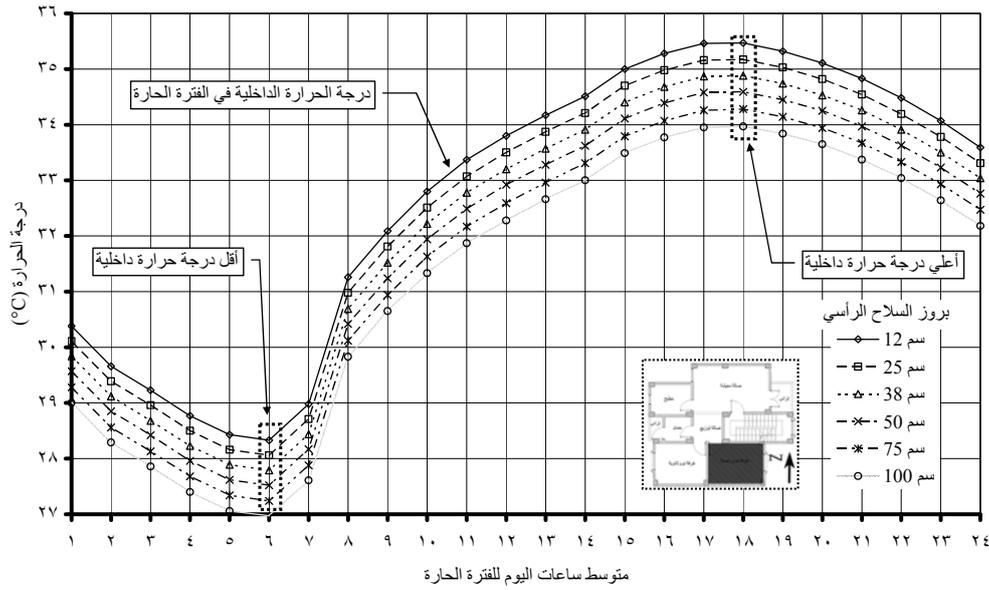
شكل (٣-١٩): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لبروزات مختلفة للأسلحة الرأسية بشباك الغرفة للفترة الحارة - انظر الجدول (ك-٥) بالملحق (ك).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لجميع بروزات السلاح الرأسي حتى بروز (٣٨ سم) وبعد ذلك تتقارب درجات الحرارة الداخلية عند زيادة بروز السلاح، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

يسجل بروز السلاح (١٠٠ سم) أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $33,97^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت  $27,23^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً. مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد بروز السلاح الرأسي كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية حتى بروز (٣٨ سم) وبعد ذلك لا يوجد تأثير لزيادة البروز، حيث نجد أنه عندما يكون بروز السلاح (٣٨ سم) تنخفض درجة الحرارة داخل الفراغات بشكل ملحوظ وبفارق يصل إلى درجة مئوية، ولكن نجد أنه عندما يكون بروز السلاح (٥٠ سم) حتى (١٠٠ سم) نلاحظ انخفاض بسيط في درجات الحرارة يصل إلى نصف مئوية.

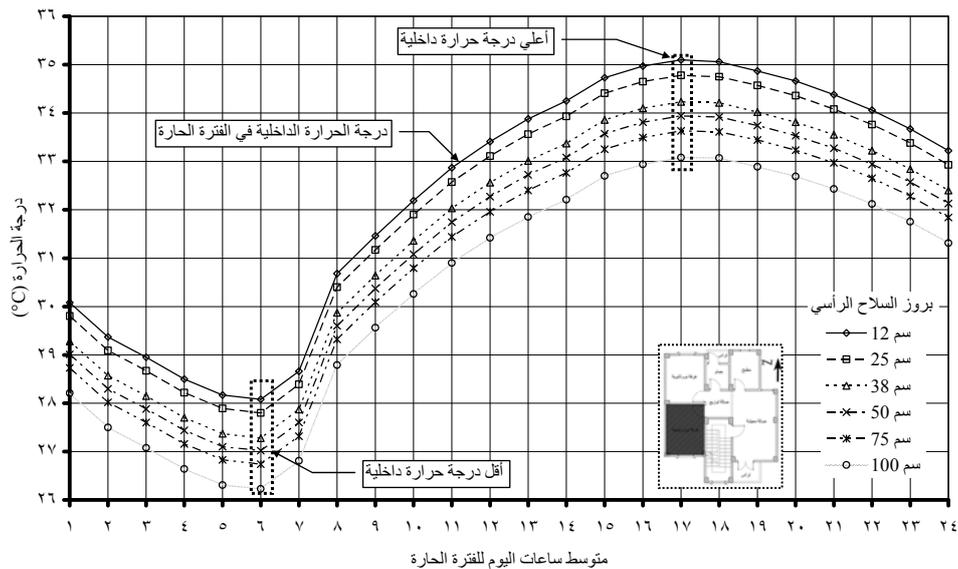
#### - غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي:

يوضح الشكل (٣-٢٠) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي.



### - غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي:

يوضح الشكل (٣-٢١) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي.



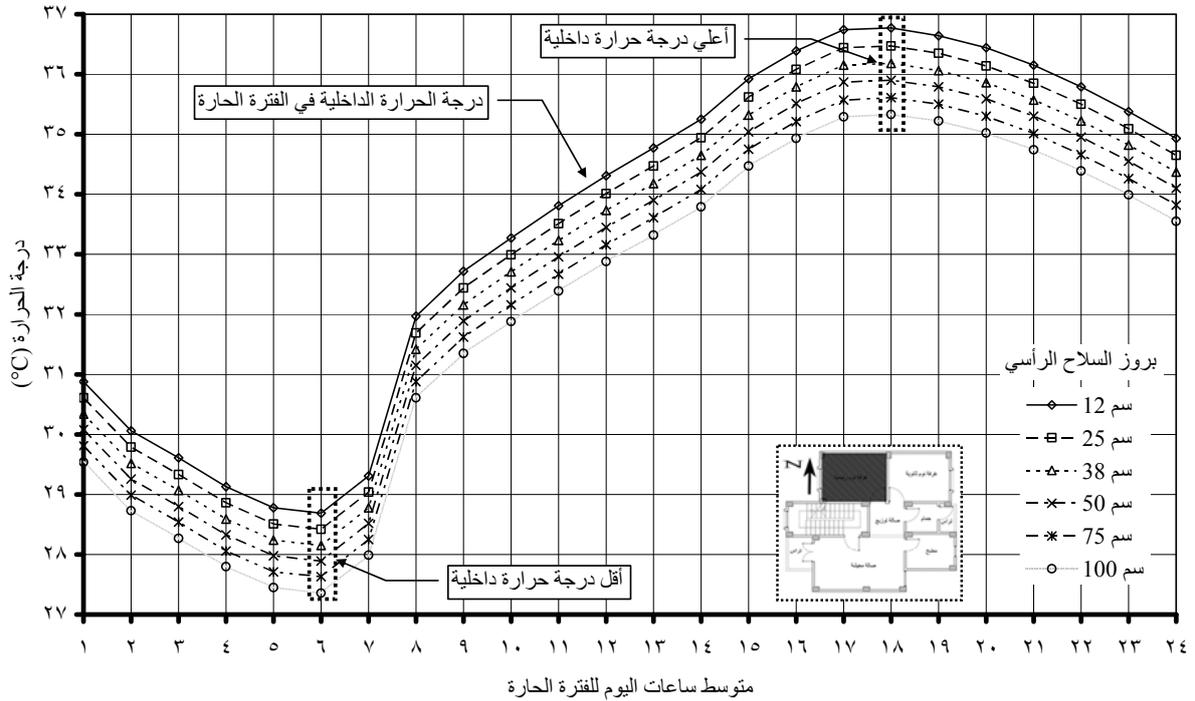
شكل (٣-٢١): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي لبروزات مختلفة للأسلحة الرأسية بشباك الغرفة للفترة الحارة - انظر الجدول (ك-٧) بالملحق (ك).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت ملحوظ في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة كلما زاد بروز السلاح الرأسى، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً في الفترة الحارة.

يسجل بروز السلاح (١٠٠ سم) أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $33,08^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت  $26,23^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً. مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد بروز السلاح الرأسى كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية، حيث نجد أنه عندما يكون بروز السلاح (١٢ سم) تنخفض درجة الحرارة داخل الفراغات بمقدار بسيط، ولكن نجد أنه عندما يكون بروز السلاح (١٠٠ سم) نلاحظ انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة يصل إلى درجتين مئوية تقريباً، وهذا يعني وجود تأثير لزيادة بروز السلاح الرأسى في الواجهة الجنوبية.

### - غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي:

وضح الشكل (٣-٢٢) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي.



شكل (٣-٢٢): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي لبروزات مختلفة للأسلحة الرأسية بشباك الغرفة للفترة الحارة - انظر الجدول (ك-٨) بالملحق (ك).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لجميع بروزات السلاح الرأسى، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً في الفترة الحارة.

يسجل بروز السلاح (١٠٠ سم) أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $35,33^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت  $27,36^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً. مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد بروز السلاح الرأسى كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية، حيث نجد أنه عندما يكون بروز السلاح (١٢ سم) تنخفض درجة الحرارة داخل الفراغات بمقدار بسيط، ولكن نجد أنه عندما يكون بروز السلاح (١٠٠ سم) نلاحظ انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة يصل إلى درجة ونصف مئوية تقريباً.

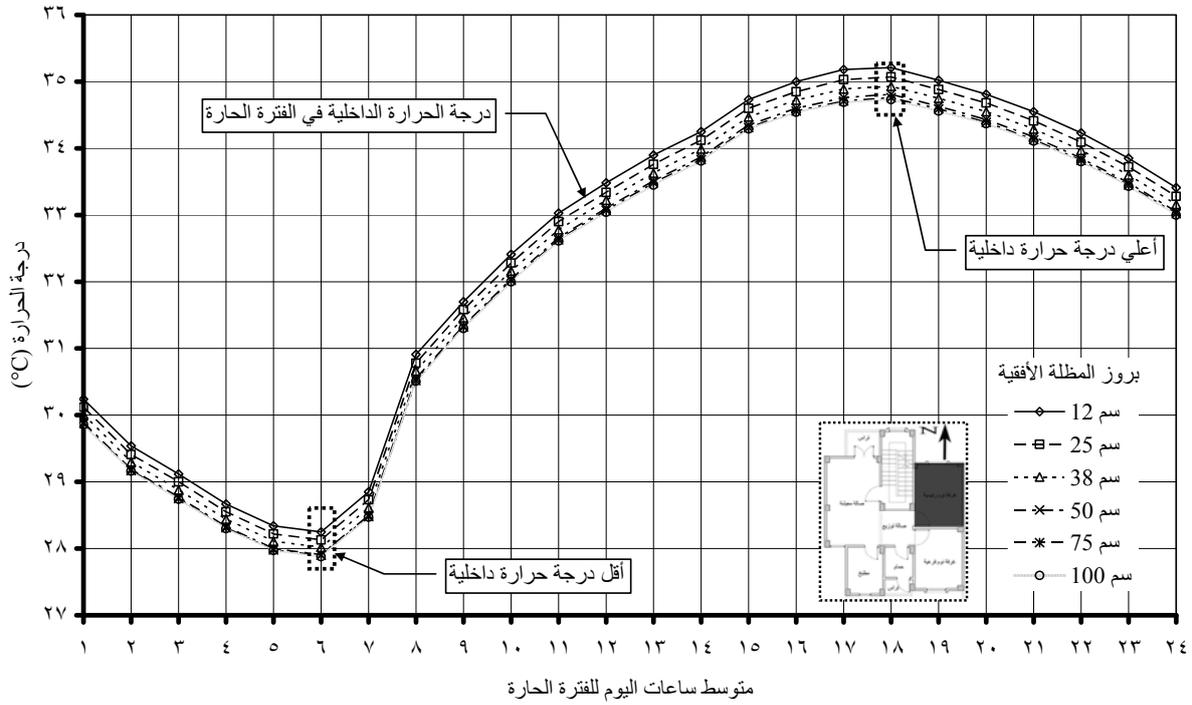
مما سبق نستنتج أنه كلما زاد بروز السلاح الرأسى كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية بالتوجيه الجنوبي والشرقي والغربي، مع عدم وجود تأثير ملحوظ لزيادة بروز السلاح في الواجهة الشمالية.

## ٣-١-١٠-٢- وسيلة التظليل الأفقية:

يتم في هذا الجزء دراسة تأثير بروز وسيلة التظليل الأفقية علي التوجيهات المختلفة للنموذج السكني على درجات الحرارة الداخلية للفراغات السكنية.

## - غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي:

يوضح الشكل (٣-٢٣) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي.



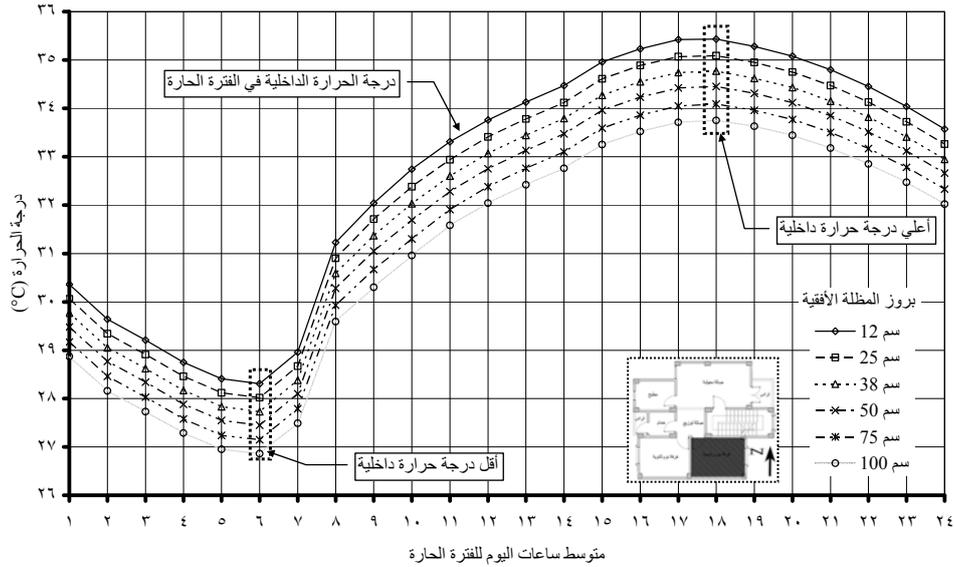
شكل (٣-٢٣): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لبروزات مختلفة للمظلات الأفقية بشباك الغرفة بالنموذج السكني للفترة الحارة - انظر الجدول (ك-٩) بالملحق (ك).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت بسيط في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لجميع بروزات المظلة الأفقية، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً في الفترة الحارة.

يسجل بروز المظلة (١٠٠ سم) أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,73^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت  $27,88^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً. مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد بروز المظلة الأفقية كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية ولكن بانخفاض بسيط، حيث نجد عند زيادة بروز المظلة من (١٢ سم) حتى (١٠٠ سم) تنخفض درجة الحرارة داخل الفراغات بمقدار نصف درجة مئوية تقريباً فقط، وهذا يعني عدم وجود تأثير لزيادة بروز المظلة الأفقية في الواجهة الشمالية.

## - غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي:

يوضح الشكل (٣-٢٤) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي بالنموذج السكني لوسائل التظليل الأفقية وبروزات مختلفة.



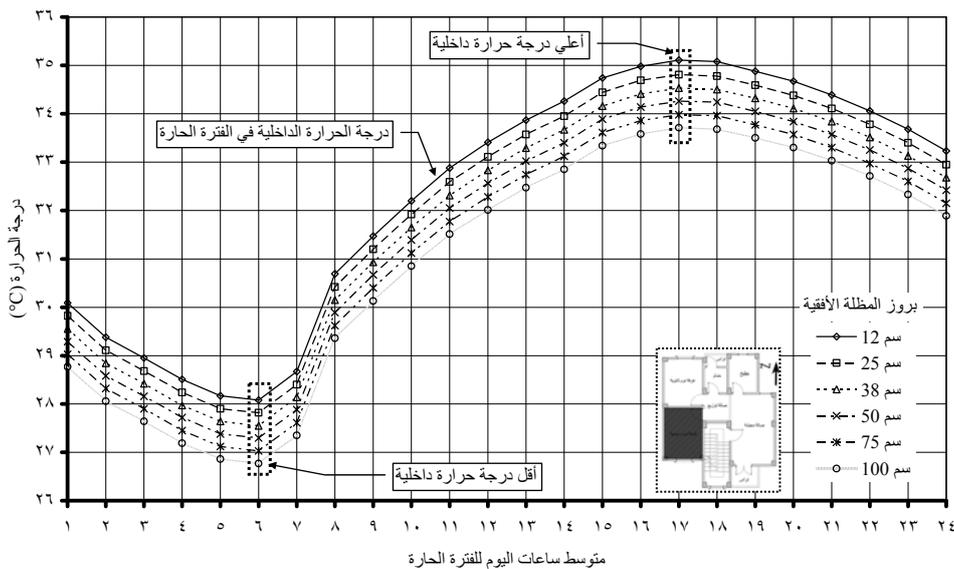
شكل (٣-٢٤): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي لبروزات مختلفة للمظلات الأفقية بشباك الغرفة للفترة الحارة - الشكل من الجدول (ك - ١٠) بالملحق (ك).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت ملحوظ في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لجميع بروزات المظلة الأفقية، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً في الفترة الحارة.

يسجل بروز المظلة (١٠٠ سم) أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $33,75^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت  $26,86^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً. مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد بروز المظلة الأفقية كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية، حيث نجد أنه عندما يكون بروز المظلة (١٢ سم) تنخفض درجة الحرارة داخل الفراغات انخفاض بسيط، ولكن نجد أنه عندما يكون بروز المظلة (١٠٠ سم) نلاحظ انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة يصل إلى درجة ونصف مئوية تقريباً.

#### - غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي:

يوضح الشكل (٣-٢٥) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي.



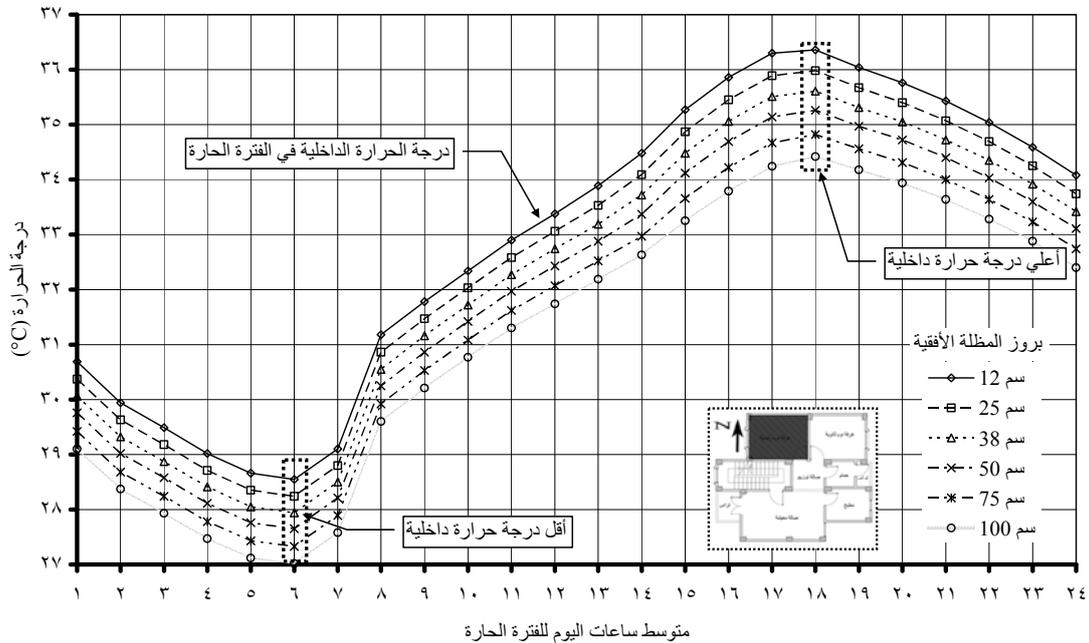
شكل (٣-٢٥): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي لبروزات مختلفة للمظلات الأفقية بشباك الغرفة للفترة الحارة - انظر الجدول (ك - ١١) بالملحق (ك).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت ملحوظ في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة عند زيادة بروز المظلة الأفقية، مع الوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً في الفترة الحارة.

يسجل بروز المظلة (١٠٠ سم) أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $33,71^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت  $26,77^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً. مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد بروز المظلة الأفقية كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية، حيث نجد أنه عندما يكون بروز السطح (١٢ سم) حتى (١٠٠ سم) تنخفض درجة الحرارة داخل الفراغات انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة يصل إلى درجتين مئوية تقريباً، وهذا يعني وجود تأثير لزيادة بروز المظلة الأفقية في تخفيض درجات الحرارة داخل فراغات الواجهة الجنوبية.

### - غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي:

يوضح الشكل (٣-٢٦) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي بالنموذج السكني لوسائل التظليل الأفقية وبروزات مختلفة.



شكل (٣-٢٦): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي لبروزات مختلفة للمظلات الأفقية للفترة الحارة - انظر الجدول (ك-١٢) بالملحق (ك).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لجميع بروزات المظلة الأفقية، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً في الفترة الحارة.

يسجل بروز المظلة (١٠٠ سم) أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,42^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت  $27,02^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً. مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد بروز المظلة الأفقية كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية، حيث نجد أنه عندما يكون بروز المظلة (١٢ سم) تنخفض درجة الحرارة داخل الفراغات، ولكن نجد أنه عندما يكون بروز المظلة (١٠٠ سم) نلاحظ انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة يصل إلى درجتين مئوية تقريباً.

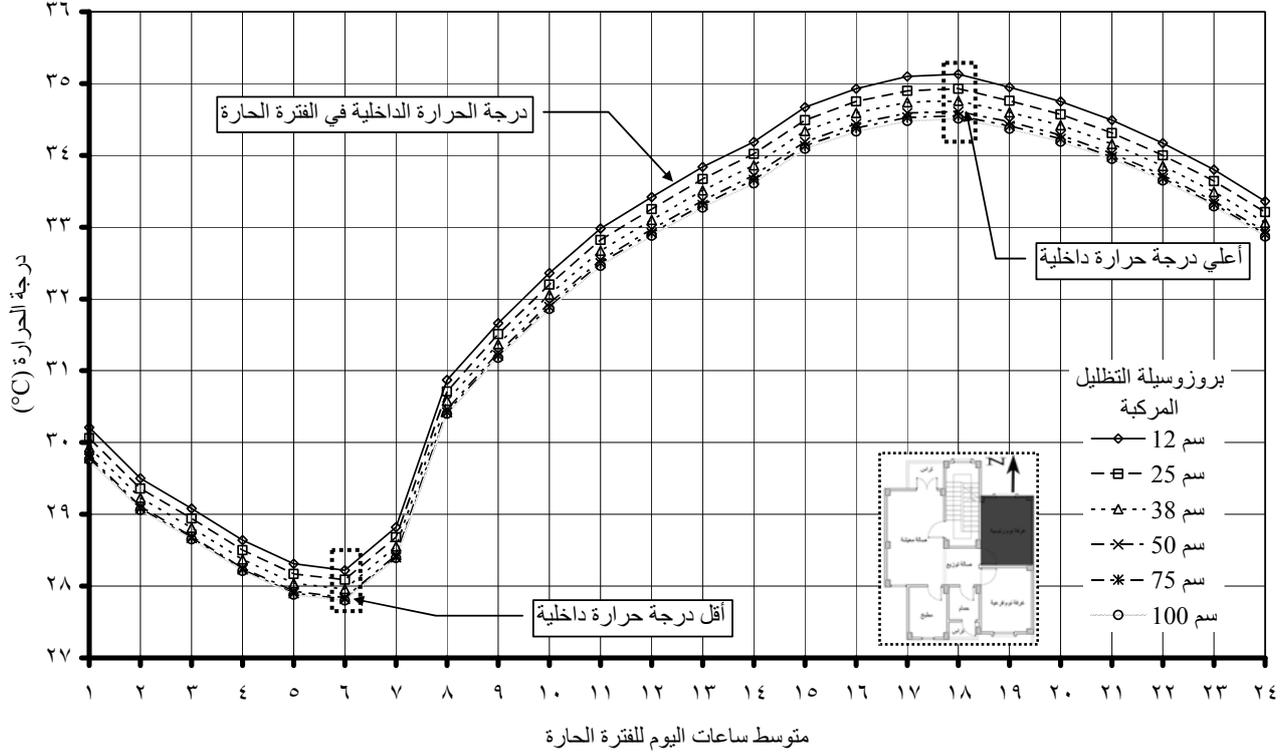
مما سبق نستنتج أنه كلما زاد بروز المظلة الأفقية كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية بالتوجيه الشرقي والجنوبي والغربي، مع عدم وجود تأثير ملحوظ لزيادة بروز المظلة الأفقية في الواجهة الشمالية.

## ٣-١٠-١-٣- وسيلة التظليل المركبة:

يتم في هذا الجزء دراسة تأثير بروز وسيلة التظليل المركبة علي التوجيهات المختلفة للنموذج السكني على درجات الحرارة الداخلية للفراغات السكنية.

## - غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي:

يوضح الشكل (٣-٢٧) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي بالنموذج السكني لوسائل التظليل المركبة وبروزات مختلفة.



شكل (٣-٢٧): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لبروزات مختلفة لوسائل التظليل المركبة بالنموذج السكني للفترة الحارة - انظر الجدول (ك-١٣) بالملحق (ك).

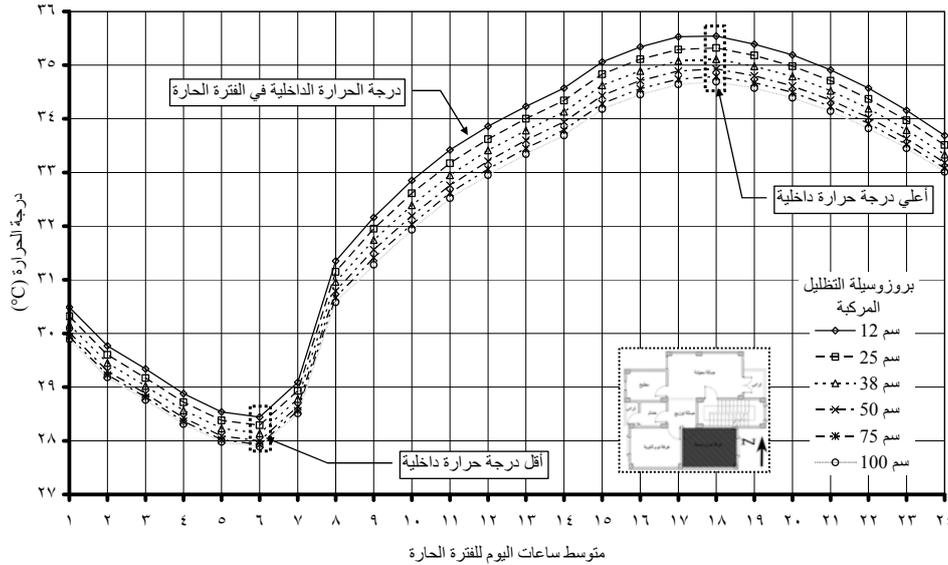
من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت بسيط في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لجميع بروزات وسيلة التظليل المركبة، مع الوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً في الفترة الحارة.

يسجل بروز وسيلة التظليل المركبة (١٠٠سم) أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,51^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت  $27,80^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً.

مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد بروز وسيلة التظليل المركبة كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية ولكن بانخفاض بسيط، حيث نجد عند زيادة بروز وسيلة التظليل المركبة من (١٢ سم) حتى (١٠٠ سم) تنخفض درجة الحرارة داخل الفراغات بمقدار نصف درجة مئوية تقريباً فقط، وهذا يعني عدم وجود تأثير لزيادة بروز وسيلة التظليل المركبة في الواجهة الشمالية.

## - غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي:

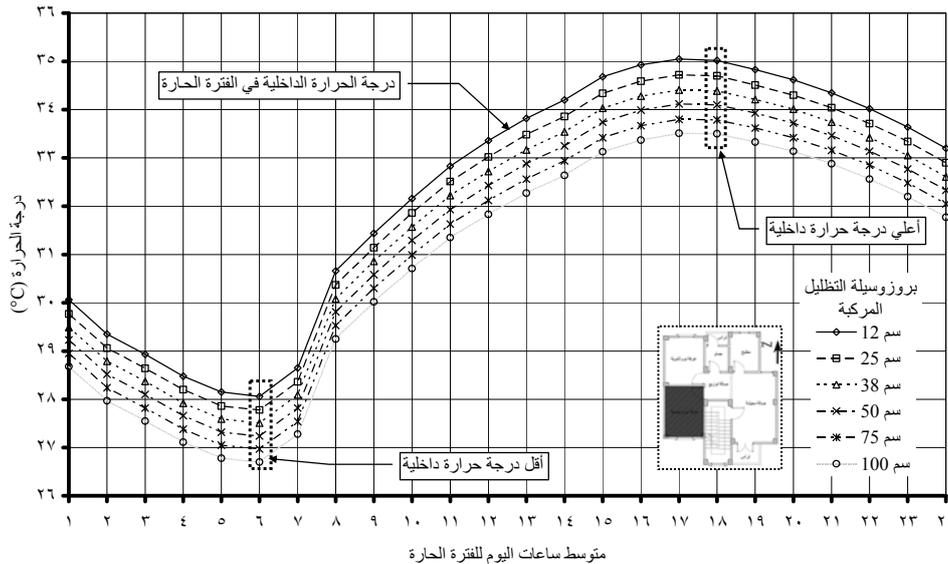
يوضح الشكل (٣-٢٨) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي بالنموذج السكني لوسائل التظليل المركبة وبروزات مختلفة.



شكل (٣-٢٨): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي لبروزات مختلفة لوسائل التظليل المركبة للفترة الحارة - انظر الجدول (ك-١٤) بالملحق (ك).  
 من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت بسيط في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لجميع بروزات وسيلة التظليل المركبة، مع الوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً في الفترة الحارة.  
 يسجل بروز وسيلة التظليل المركبة (١٠٠ سم) أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت  $34,69^{\circ}\text{C}$ ، وأقل درجة حرارة كانت  $27,89^{\circ}\text{C}$ .  
 مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد بروز وسيلة التظليل المركبة كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية ولكن بانخفاض بسيط، حيث نجد عند زيادة بروز وسيلة التظليل المركبة من (١٢ سم) حتى (١٠٠ سم) تنخفض درجة الحرارة داخل الفراغات بمقدار نصف درجة مئوية تقريباً فقط، وهذا يعني عدم وجود تأثير لزيادة بروز وسيلة التظليل المركبة في الواجهة الشرقية.

#### - غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي:

يوضح الشكل (٣-٢٩) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي.



شكل (٣-٢٩): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي لبروزات مختلفة لوسائل التظليل المركبة بالنموذج السكني للفترة الحارة - انظر الجدول (ك-١٥) بالملحق (ك).

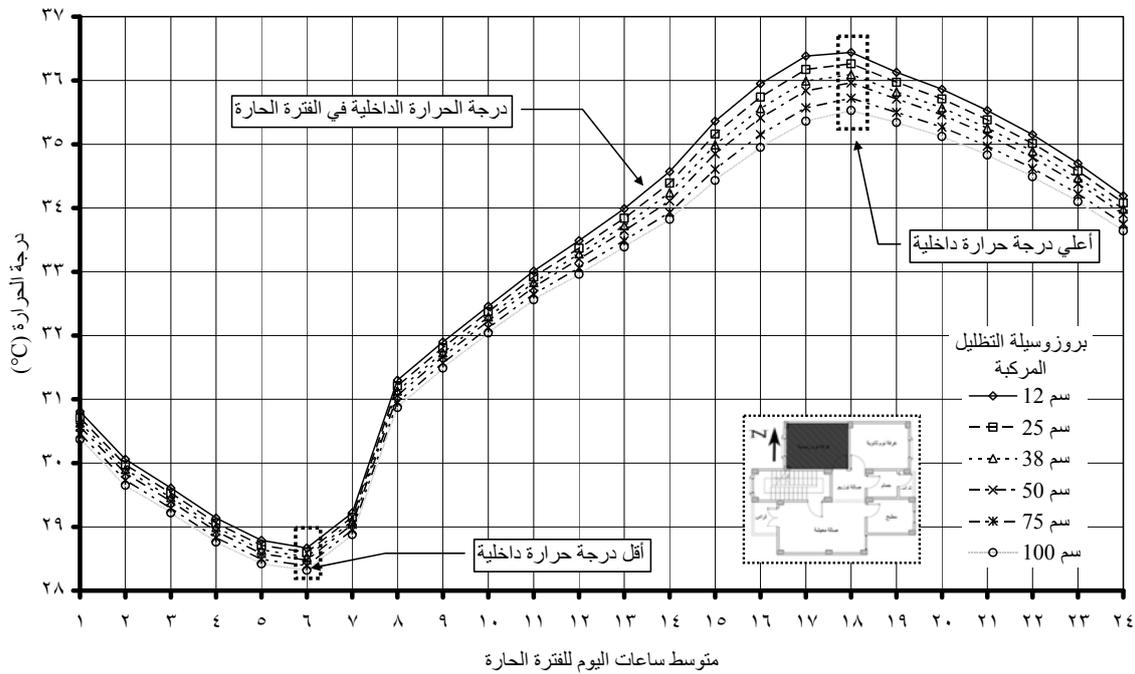
من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لجميع بروزات وسيلة التظليل المركبة ، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً في الفترة الحارة.

يسجل بروز وسيلة التظليل المركبة (١٠٠ سم) أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٣,٥١°م، وأقل درجة حرارة كانت ٢٦,٧٠°م.

مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد بروز وسيلة التظليل المركبة كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية، حيث نجد أنه عندما يكون بروز وسيلة التظليل المركبة (١٢ سم) تنخفض درجة الحرارة داخل الفراغات انخفاض بسيط، ولكن نجد أنه عندما يكون بروز وسيلة التظليل المركبة (١٠٠ سم) نلاحظ انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة يصل إلى درجة ونصف مئوية تقريباً.

### - غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي:

يوضح الشكل (٣-٣٠) قيم درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربية بالنموذج السكني لوسائل التظليل المركبة وبروزات مختلفة.



شكل (٣-٣٠): درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي لبروزات مختلفة لوسائل التظليل المركبة للفترة الحارة - انظر الجدول (ك-١٦) بالملحق (ك).

من دراسة الشكل السابق يلاحظ تفاوت بسيط في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة لجميع بروزات وسيلة التظليل المركبة ، والوصول إلي أقصى درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً في الفترة الحارة.

يسجل بروز السلاح (١٠٠ سم) أقل قيم لدرجات الحرارة في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,٥٣°م عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت ٢٨,٣٢°م عند الساعة ٦ صباحاً.

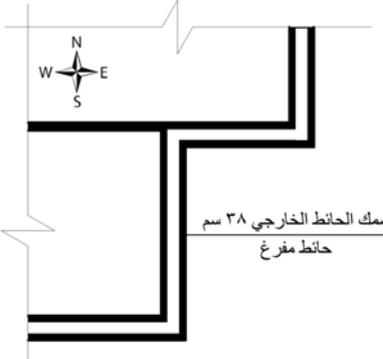
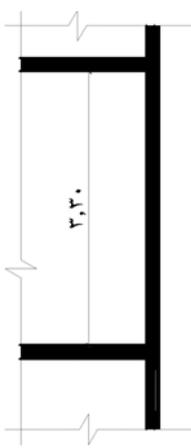
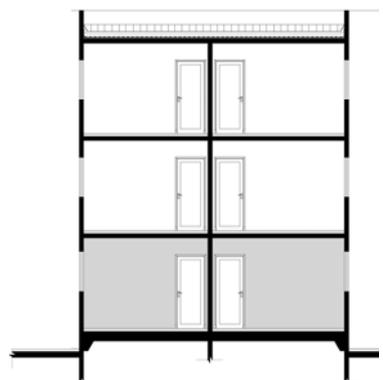
مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد بروز وسيلة التظليل المركبة كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية، حيث نجد أنه عندما يكون بروز وسيلة التظليل المركبة (١٢ سم) تنخفض درجة الحرارة داخل الفراغات انخفاض بسيط، ولكن نجد أنه عندما يكون بروز وسيلة التظليل المركبة (١٠٠ سم) نلاحظ انخفاض ملحوظ في درجات الحرارة يصل إلى درجة ونصف مئوية تقريباً.

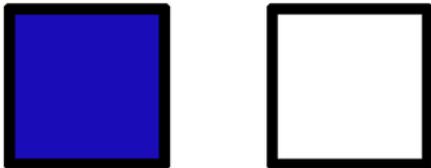
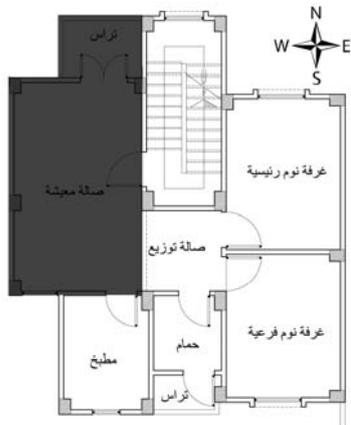
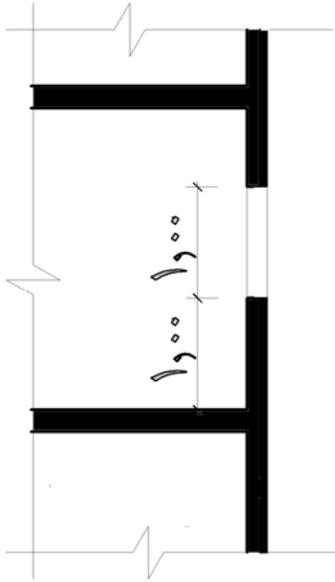
مما سبق نستنتج أنه كلما زاد بروز وسيلة التظليل المركبة كلما انخفضت درجة الحرارة داخل الفراغات ذات التوجيه الجنوبي، مع عدم وجود تأثير ملحوظ لها في باقي الواجهات.

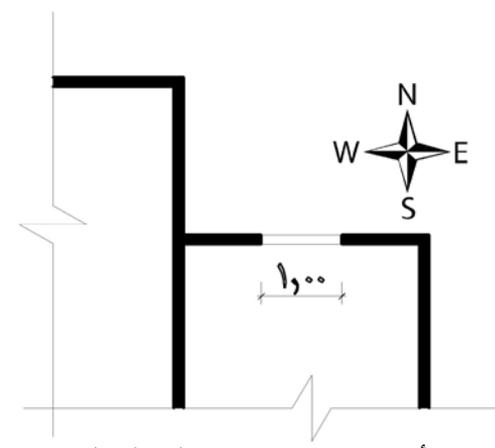
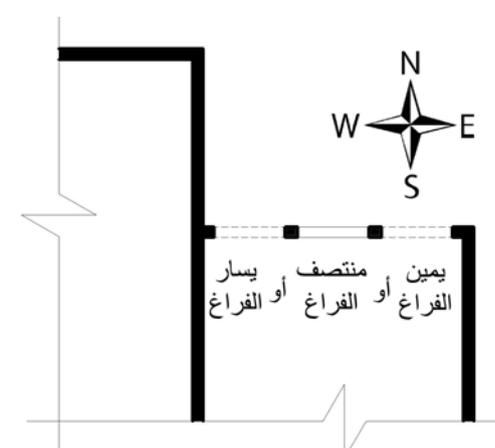
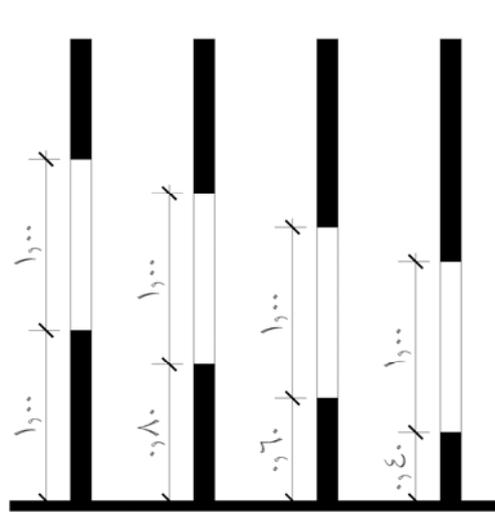
مما سبق يمكن تلخيص نتائج دراسة تأثير المعالجات المناخية على الأداء الحراري داخل فراغات المبنى السكني - جدول (٢-٣).

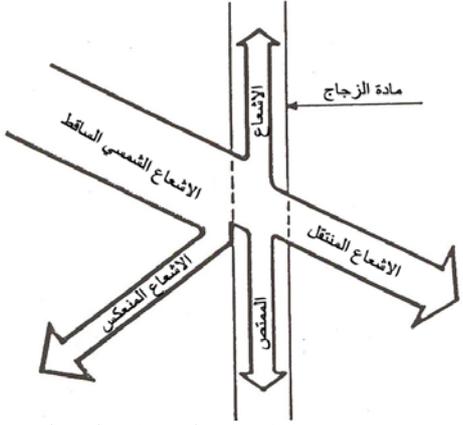
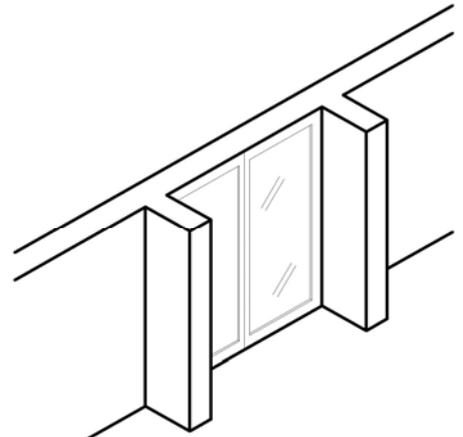
جدول (٢-٣): نتائج الدراسة التطبيقية (البدايل التصميمية) باستخدام برنامج المحاكاة.

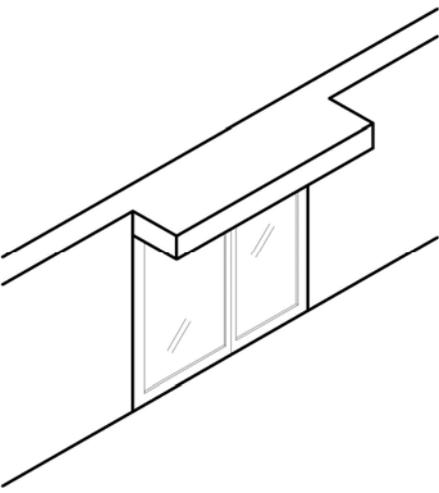
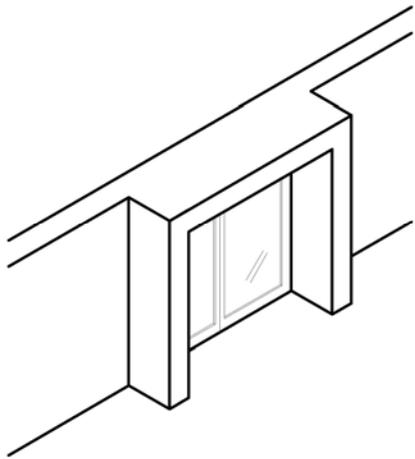
اسكتش توضيحي	نتيجة الدراسة في الفترة الحارة	البدايل التصميمية
 <p>مسقط أفقي للغرفة ذات التوجيه الشمالي</p> <p>مسقط أفقي للغرفة ذات التوجيه الغربي</p>	<p>تسجل الفراغات ذات (التوجيه الشمالي) أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية عن باقي التوجيهات، أما فراغات (التوجيه الغربي) تسجل أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية عن جميع التوجيهات.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة الداخلية يصل إلى درجة ونصف مئوية في حالة الفراغات ذات (التوجيه الشمالي) عن الفراغات ذات (التوجيه الغربي).</p>	التوجيه
 <p>الأحجار</p> <p>البلوكات الخرسانية</p>	<p>تسجل مادة البناء ذات السعة الحرارية الكبيرة في الحوائط الخارجية مثل (الحجر) أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية لجميع التوجيهات، أما مادة البناء ذات السعة الحرارية المنخفضة مثل (البلوكات الخرسانية) تسجل أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية لجميع التوجيهات.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة الداخلية يصل إلى درجة مئوية في حالة استخدام (الحجر) كمادة بناء للحوائط الخارجية بدلاً من (البلوكات الخرسانية).</p>	مواد البناء

اسكتش توضيحي	نتيجة الدراسة في الفترة الحارة	البدائل التصميمية
 <p>مسقط أفقي يوضح سمك الحوائط الخارجية</p>	<p>يسجل سمك الحائط الخارجي (٣٨ سم حائط مفرغ) - أكبر سمك للحائط الخارجي - أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية، مع ملاحظة وجود تأخير زمني يصل إلى ثلاث ساعات لجميع التوجيهات، أما عندما يكون سمك الحائط الخارجي (١٢ سم) - أقل سمك للحائط الخارجي - نجد أنه يسجل أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية، مع وجود تأخير زمني صغير لجميع التوجيهات.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة الداخلية يصل إلى درجة مئوية في حالة بناء سمك الحائط الخارجي (٣٨ سم مفرغ) بدلاً من بنائه (١٢ سم).</p>	<p>سمك الطوب الطولي المجوف</p>
 <p>قطاع رأسي يوضح ارتفاع الفراغ</p>	<p>يسجل ارتفاع الفراغ (٣,٣٠ م) - أعلى ارتفاع للفراغ - أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية، بينما يسجل ارتفاع الفراغ (٢,٧٠ م) - أقل ارتفاع للفراغ - أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة الداخلية يصل إلى درجة مئوية في حالة ارتفاع الدور (٣,٣٠ م) بدلاً من (٢,٧٠ م).</p>	<p>ارتفاع الفراغ السكني</p>
 <p>قطاع رأسي يوضح الأدوار المختلفة</p>	<p>يسجل (الدور الأرضي) كأحد الأدوار السكنية بالمبنى أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية، بينما يسجل الدور الأخير (الثاني) أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة الداخلية يصل إلى درجتين مئوية في حالة (الدور الأرضي) بدلاً من (الدور الأخير).</p>	<p>اختلاف الدور</p>

اسكتش توضيحي	نتيجة الدراسة في الفترة الحارة	البدائل التصميمية
 <p>اللون الأبيض كمثل للألوان الفاتحة واللون الأزرق كمثل للألوان الداكنة</p>	<p>يسجل (اللون الأبيض) كمثل للألوان الفاتحة للتشطيبات الخارجية أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية، بينما يسجل (اللون الأزرق) كمثل للألوان الداكنة أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة يصل إلى درجتين مئوية في حالة استخدام (اللون الأبيض) في التشطيبات الخارجية بدلاً من (اللون الأزرق).</p>	<p>ألوان تشطيبات الواجهات الخارجية</p>
 <p>مسقط أفقي يوضح صالة المعيشة بالنموذج</p>	<p>عند (إضافة البلكونة) لصالة المعيشة بالنموذج السكني تسجل أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية، بينما عند (إزالة البلكونة) تسجل أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية في جميع التوجيهات.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة يصل إلى نصف درجة مئوية في حالة (وجود بلكونة) بصالة المعيشة بدلاً من (عدم وجود بلكونة).</p>	<p>إضافة وإزالة البلكونة</p>
 <p>قطاع يوضح ارتفاع الشباك المناسب</p>	<p>يسجل ارتفاع الشباك (1,00م) للغرفة - أقل ارتفاع للشباك - أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية، بينما يسجل ارتفاع الشباك (1,60م) للغرفة - أكبر ارتفاع للشباك - أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية لجميع التوجيهات.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة يصل إلى درجة مئوية في حالة استخدام شباك ارتفاعه (1,00م) بالغرفة المعيشية بدلاً من ارتفاع الشباك (1,60م).</p>	<p>ارتفاع الشباك مع ثبات عرض وارتفاع جلسة الشباك</p>

اسكتش توضيحي	نتيجة الدراسة في الفترة الحارة	البدائل التصميمية
 <p>مسقط أفقي يوضح عرض الشباك المناسب</p>	<p>يسجل عرض الشباك (١,٠٠م) للغرفة - أقل عرض للشباك - أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية، بينما يسجل ارتفاع الشباك (٢,٢٠م) للغرفة - أكبر عرض للشباك - أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية لجميع التوجيهات.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة يصل إلى درجتين مئوية في حالة استخدام شباك عرضه (١,٠٠م) بالغرف المعيشية بدلاً من عرض الشباك (٢,٢٠م).</p>	<p>عرض الشباك مع ثبات ارتفاع الشباك وارتفاع جلسته</p>
 <p>مسقط أفقي يوضح مواضع الشباك المختلفة</p>	<p>لا يوجد تأثير لتغيير موضع الشباك علي درجات الحرارة الداخلية في الفراغات السكنية في الواجهة الشمالية ولكن نلاحظ هذا التأثير في حالة وجود أجزاء بارزة تلقي ظلال في الواجهات الأخرى (كالواجهة الجنوبية والغربية).</p>	<p>موضع الشباك مع ثبات عرض وارتفاع الشباك وارتفاع جلسته</p>
 <p>قطاعات رأسية توضح ارتفاعات مختلفة لجلسة الشباك</p>	<p>لا يوجد تأثير لتغيير ارتفاع جلسة الشباك علي درجات الحرارة الداخلية في الفراغات السكنية.</p>	<p>ارتفاع جلسة الشباك مع ثبات عرض وارتفاع الشباك</p>

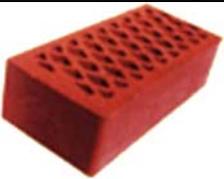
اسكتش توضيحي	نتيجة الدراسة في الفترة الحارة	البدائل التصميمية
 <p>اسكتش يوضح الإشعاع الساقط على الزجاج</p>	<p>يسجل معامل نفاذ الشمس (<math>G_{0.08}</math>) - أقل معامل نفاذ لزجاج الشباك - أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية، مع ملاحظة أن استخدام هذا النوع من الزجاج لا يساعد علي دخول الإضاءة الطبيعية إلي الفراغ ما يستلزم استخدام إضاءة صناعية، بينما معامل نفاذ الشمس (<math>G_{0.82}</math>) - أكبر معامل نفاذ لزجاج الشباك - يسجل أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة يصل إلى درجة مئوية في حالة استخدام زجاج نفاذه (<math>G_{0.08}</math>) بدلاً من زجاج معامل نفاذه (<math>G_{0.82}</math>)، ما عدا التوجيه الجنوبي والغربي يصل هذا الانخفاض إلى درجتين مئوية.</p>	<p>معامل نفاذ الشمس خلال الزجاج</p>
 <p>اسكتش يوضح وسيلة التظليل الرأسية</p>	<p>يسجل بروز السلاح (<math>100\text{سم}</math>) - أكبر بروز لوسيلة التظليل - أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية لجميع التوجيهات، كما يسجل (السلاح الرأسية) أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية للتوجيه الشمالي والشرقي والغربي عن باقي التوجيهات.</p> <p>عدم وجود تأثير لزيادة بروز السلاح الرأسية في الواجهة الشمالية عن (<math>38\text{سم}</math>)، بينما وجود تأثير قوي لزيادة بروز السلاح الرأسية في الواجهة الجنوبية والشرقية والغربية.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة يصل إلى درجة ونصف مئوية عند استخدام السلاح الرأسية في التوجيه الجنوبي، أما عند استخدامه في باقي التوجيهات يصل الانخفاض إلي درجتين مئوية.</p>	<p>وسائل التظليل الرأسية</p>

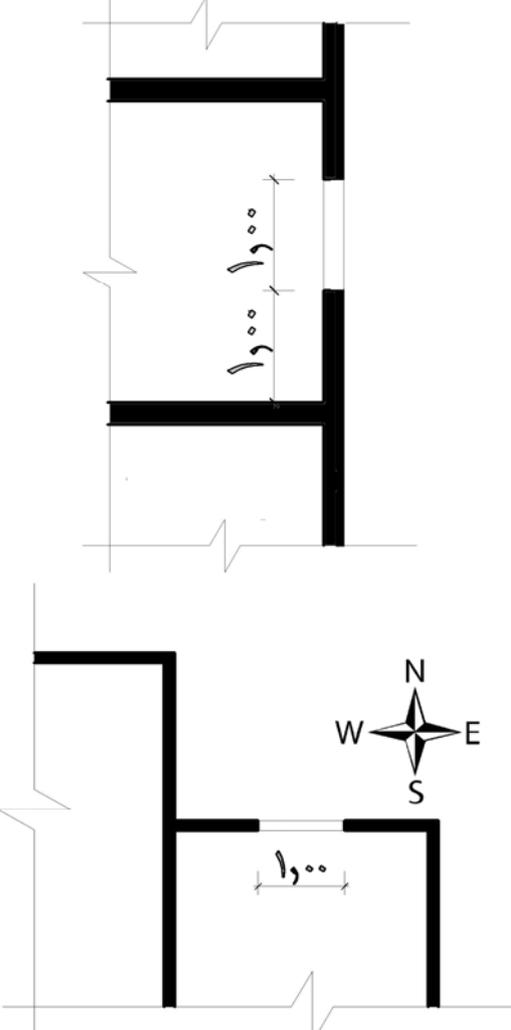
اسكتش توضيحي	نتيجة الدراسة في الفترة الحارة	البدائل التصميمية
 <p>اسكتش يوضح وسيلة التظليل الأفقية</p>	<p>يسجل بروز المظلة الأفقية (١٠٠سم) - أكبر بروز لوسيلة التظليل - أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية لجميع التوجيهات، بينما تسجل المظلة الأفقية أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية للتوجيه الجنوبي عن باقي التوجيهات، مع وجود تأثير قوي عند لزيادة بروز المظلة الأفقية في الواجهة الجنوبية. عدم جدوى استخدام المظلات الأفقية في التوجيه الشمالي، حيث أنها سجلت أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة يصل إلى نصف درجة مئوية عند زيادة بروز المظلة الأفقية في التوجيه الشمالي، أما عند زيادة بروزه في باقي التوجيهات يصل إلى درجتين مئوية.</p>	وسائل التظليل الأفقية
 <p>اسكتش يوضح وسيلة التظليل المركبة</p>	<p>يسجل بروز وسيلة التظليل المركبة (١٠٠سم) أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية لجميع التوجيهات، بينما تسجل وسيلة التظليل المركبة أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية للتوجيه الجنوبي عن باقي التوجيهات، مع وجود تأثير قوي لزيادة بروز وسيلة التظليل المركبة في الواجهة الجنوبية.</p> <p>وقد سجلت نتائج المحاكاة انخفاض في درجات الحرارة يصل إلى درجة مئوية عند زيادة بروز المظلة الأفقية في جميع التوجيهات، ما عدا التوجيه الجنوبي يصل الانخفاض إلى درجتين مئوية.</p>	وسائل التظليل المركبة

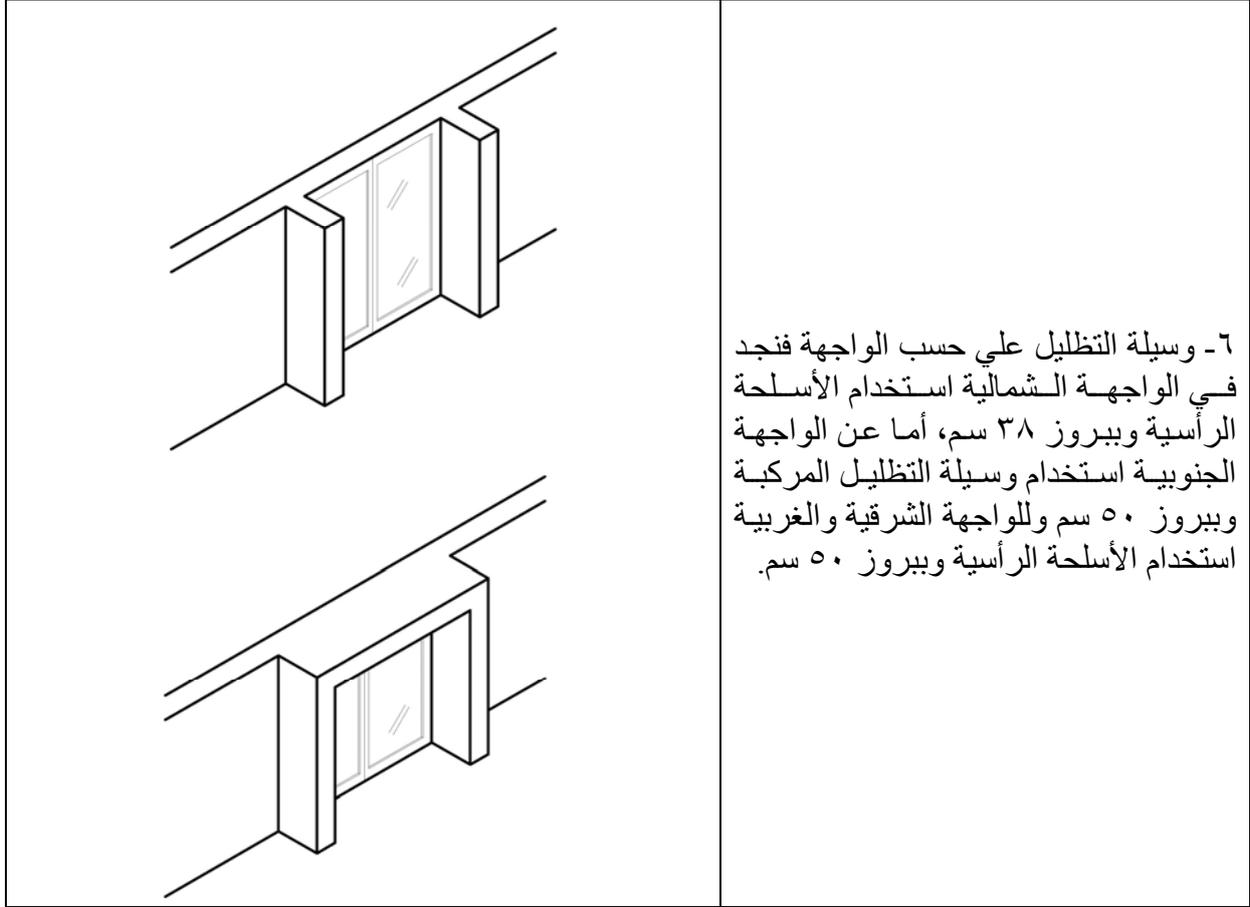
### ٣-٢- تعديل الوضع القائم للنموذج السكني لتحسين الأداء الحراري داخل الفراغات السكنية:

مما سبق عرضه يمكن استنتاج المعالجات المناسبة مناخياً لظروف مناخ مدينة أسيوط الجديدة، حيث تم تجميع تلك المعالجات وعمل تعديلات علي الوضع القائم لتوضيح ما مدي إمكانية تحسين الأداء الحراري لنموذج (ع) بإسكان ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة - جدول (٣-٣).

جدول (٣-٣): المعالجات المقترحة لإضافتها للنموذج السكني لتحسين الأداء الحراري داخل فراغاته.

اسكتش يوضح المعالجة المناخية المقترحة	نوع المعالجة المناخية
	<p>١- استخدام مادة الطوب الطفلي المجوف للبناء (تم استبداله بدلاً من الحجر نظراً لعدم توافره بمدينة أسيوط الجديدة) وبسمك ٢٥ سم للحوائط الخارجية.</p>

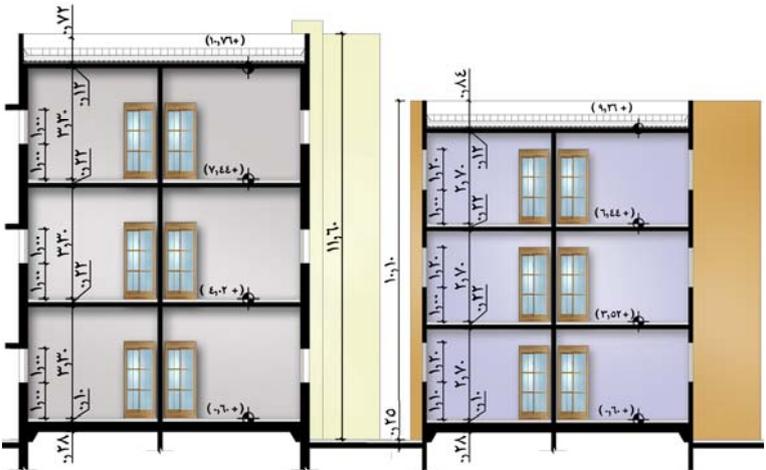
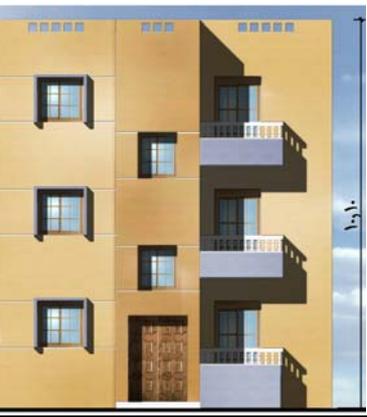
	<p>٢- ارتفاع الفراغ الداخلي صافي ٣,٣٠ متر.</p>
	<p>٣- تشطيب الواجهات الخارجية بالألوان الفاتحة مثل اللون الأبيض.</p>
	<p>٤- ارتفاع الشباك وعرضه وجلسته ١,٠٠ متر مع عدم وجود شيش لزجاج الشبائيك (لكي يتم الحساب على الحالة الأسوأ).</p>
	<p>٥- استخدام زجاج معامل نفاذ الشمس خلاله يساوي ٠,٠٨ (زجاج ضد أشعة الشمس باللون الفضي وبسمك ٦ ملم).</p>



ويوضح الجدول رقم (٣-٤) المساقط الأفقية والقطاعات الرأسية والواجهات الأربعة الرأسية للوضع القائم والمقترح بعد إضافة المعالجات المناخية للنموذج السكني (ع).

جدول (٣-٤): مقارنة بين الوضع القائم والمقترح بعد إضافة المعالجات المناخية بالنموذج السكني

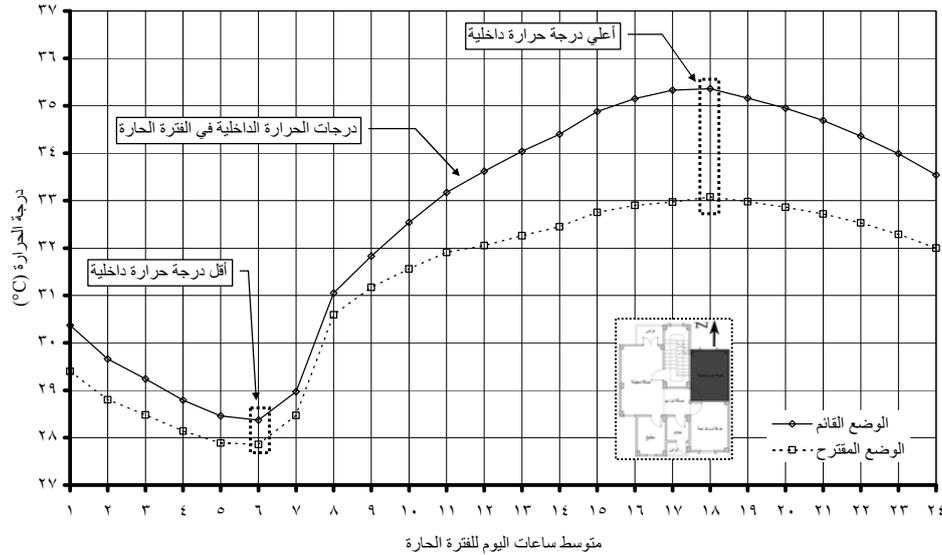
الوضع المقترح	الوضع القائم	نوع المعالجة المناخية المقترحة
		<p>- استخدام الأسلحة الرأسية في الواجهة الشمالية وبيروز ٣٨ سم ووسيلة التظليل المركبة في الواجهة الجنوبية وبيروز ٥٠ سم.</p> <p>- الحوائط الخارجية بسمك ٢٥ سم من الطوب الطفلي المجوف والحوائط الداخلية بسمك ١٢ سم.</p>
المسقط الأفقي للدور المتكرر		

الوضع المقترح	الوضع القائم	نوع المعالجة المناخية المقترحة
		<p>- زيادة ارتفاع الدور لتحقيق أقل درجات حرارة في الفترة الحارة.</p> <p>- ارتفاع جلسة الشباك ١,٠٠متر.</p>
<p>القطاع الرأسي (أ- أ)</p>		
		<p>- استخدام الألوان الفاتحة في تشطيب الواجهات وهي الأبيض والأصفر.</p> <p>- عمل جميع فتحات الغرف المعيشية ١,٠٠متر × ١,٠٠متر.</p> <p>- إلغاء الحليات الموجودة بالوضع القائم.</p>
<p>واجهة المدخل</p>		
		
<p>واجهة الحديقة الخلفية</p>		

الوضع المقترح	الوضع القائم	نوع المعالجة المناخية المقترحة
		- استخدام الأسلحة الرأسية في الواجهة الشرقية والغربية وبيروز ٥٠ سم.
واجهة الحديقة الخلفية (دوران ٩٠ درجة عكس عقارب الساعة وهي تمثل الواجهة الشرقية)		
		
واجهة المدخل (دوران ٩٠ درجة عكس عقارب الساعة وهي تمثل الواجهة الغربية)		

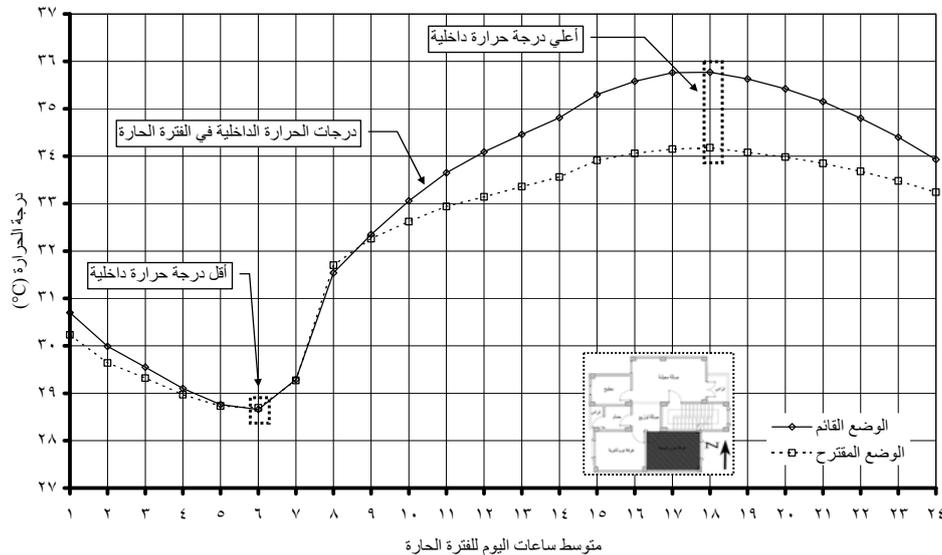
وفيما يلي عرض لدرجات الحرارة داخل فراغات الوضع القائم والوضع المقترح بعد إضافة المعالجات المناخية السابق ذكرها:

من دراسة الشكل رقم (٣-٣١)، يلاحظ انخفاض درجات الحرارة الداخلية بعد إضافة المعالجات المناخية في الغرفة ذات التوجيه الشمالي ويلاحظ أن هذا الانخفاض ليس بمعدل ثابت، فنجد أن في فترة المساء يكون الفارق يصل إلي نصف درجة مئوية، أما في فترة الصباح وحتى منتصف الليل أي من الساعة ٨ صباحاً حتى الساعة ١٢ منتصف الليل يلاحظ أن الفارق يصل إلي درجتين ونصف درجة مئوية، مع الوصول إلى أقصى قيمة لدرجة الحرارة الداخلية عند الساعة ٦ مساءً، أما أقل قيمة لدرجة الحرارة الداخلية عند الساعة ٦ صباحاً، فنجد أن الوضع القائم سجل أعلى درجة حرارة عند ٣٥,٣٦°م وأقل درجة حرارة ٢٨,٣٧°م، أما عن الوضع المقترح نجد أنه سجل أعلى درجة حرارة عند ٣٣,٠٨°م وأقل درجة حرارة ٢٧,٨٦°م.



شكل (٣١-٣): درجات الحرارة الداخلية للغرفة ذات التوجيه الشمالي للوضع القائم والمقترح - انظر الجدول (ل-١) بالملحق (ل).

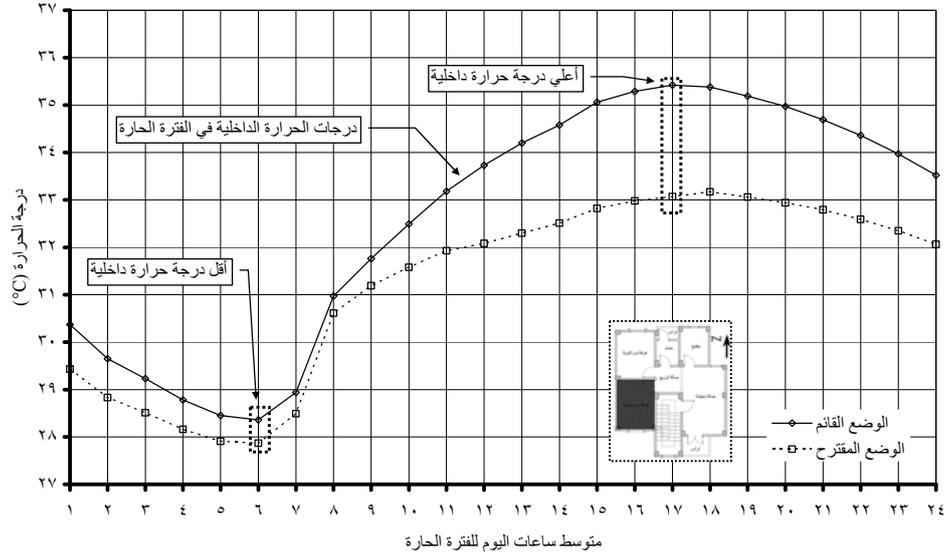
من دراسة الشكل رقم (٣٢-٣)، يلاحظ انخفاض درجات الحرارة بعد إضافة المعالجات المناخية في الغرفة ذات التوجيه الشرقي ويلاحظ أن هذا الانخفاض ليس بمعدل ثابت، فنجد أن في فترة المساء يكون الفارق يصل إلي نصف درجة مئوية، أما في فترة الصباح وحتى منتصف الليل أي من الساعة ٨ صباحاً حتى الساعة ١٢ منتصف الليل يلاحظ أن الفارق يصل إلي درجة ونصف مئوية، فنجد أن الوضع القائم سجل أعلى درجة حرارة عند  $35,77^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة  $28,66^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً، أما عن الوضع المقترح نجد أنه سجل أعلى درجة حرارة عند  $34,18^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة  $28,69^{\circ}\text{C}$  عند الساعة ٦ صباحاً.



شكل (٣٢-٣): درجات الحرارة الداخلية للغرفة ذات التوجيه الشرقي للوضع القائم والمقترح - انظر الجدول (ل-٢) بالملحق (ل).

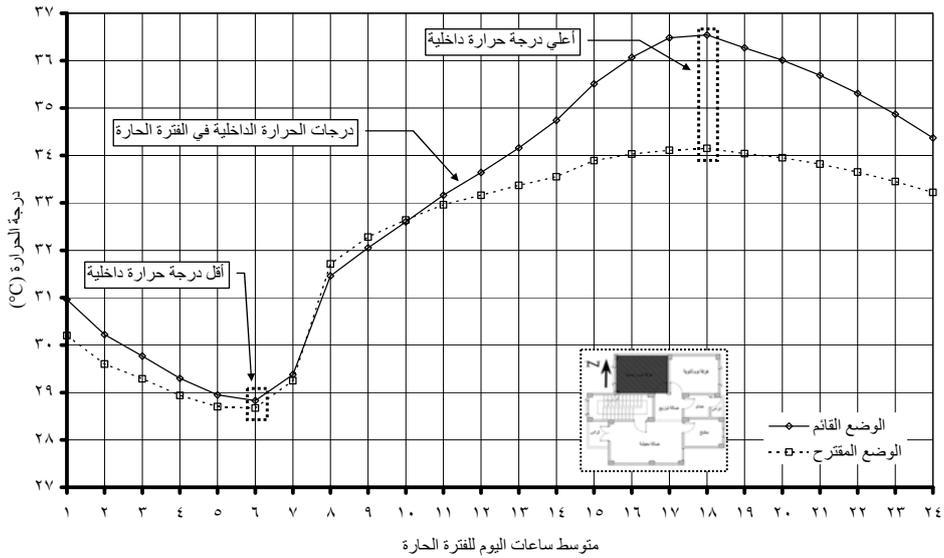
من دراسة الشكل رقم (٣٣-٣)، يلاحظ انخفاض درجات الحرارة بعد إضافة المعالجات المناخية في الغرفة ذات التوجيه الجنوبي ويلاحظ أن هذا الانخفاض ليس بمعدل ثابت، فنجد أن في فترة المساء يكون الفارق نصف درجة مئوية، أما في فترة الصباح وحتى منتصف الليل أي من الساعة ٨ صباحاً حتى الساعة ١٢ منتصف الليل يلاحظ أن الفارق بين إلي درجتين مئوية، مع الوصول إلى أقصى قيمة

لدرجة الحرارة الداخلية عند الساعة ٥ عصرًا، أما أقل قيمة لدرجة الحرارة الداخلية عند الساعة ٦ صباحًا، فنجد أن الوضع القائم سجل أعلى درجة حرارة عند ٥ عصرًا، وأقل درجة حرارة ٦ صباحًا، أما عن الوضع المقترح نجد أنه سجل أعلى درجة حرارة عند ٥ عصرًا، وأقل درجة حرارة ٦ صباحًا.



شكل (٣-٣): درجات الحرارة الداخلية للغرفة ذات التوجيه الجنوبي للوضع القائم والمقترح - انظر الجدول (ل-٣) بالملحق (ل).

من دراسة الشكل رقم (٣٤-٣)، يلاحظ انخفاض درجات الحرارة بعد إضافة المعالجات المناخية في الغرفة ذات التوجيه الغربي ويلاحظ أن هذا الانخفاض ليس بمعدل ثابت، فنجد أن في فترة المساء يكون الفارق يصل إلى نصف درجة مئوية، أما في فترة الصباح وحتى منتصف الليل أي من الساعة ٨ صباحاً حتى الساعة ١٢ منتصف الليل يلاحظ أن الفارق يصل إلى درجتين ونصف مئوية، فنجد أن الوضع القائم سجل أعلى درجة حرارة عند ٥ عصرًا، وأقل درجة حرارة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة ٦ صباحًا، أما عن الوضع المقترح نجد أنه سجل أعلى درجة حرارة عند ٥ عصرًا، وأقل درجة حرارة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة ٦ صباحًا.



شكل (٣٤-٣): درجات الحرارة الداخلية للغرفة ذات التوجيه الغربي للوضع القائم والمقترح - انظر الجدول (ل-٤) بالملحق (ل).

### خلاصة الباب الثالث:

يتناول هذا الباب التقييم المناخي لمدينة أسيوط الجديدة، من خلال تحليل نموذج سكني من أحد نماذج قطاع إسكان ابني بيتك.

وتتعرض هذه الدراسة للتحليل المناخي للنموذج من خلال وضع بعض المحددات التصميمية والمناخية للنموذج ويتم دراستها من خلال تأثير درجات الحرارة علي الفراغات الداخلية السكنية بالنموذج طوال الفترة الحارة وذلك خلال الفترة الزمنية التي حددت بأعلى درجات حرارة وأقل درجات حرارة خلال العام، وكانت تلك المحددات كالآتي:

- توجيه النموذج السكني.
- أنواع مواد البناء بالنموذج السكني.
- سمك الحوائط الخارجية.
- ارتفاع الدور بالنموذج السكني.
- اختلاف الدور بالنموذج السكني.
- تغيير ألوان تشطيبات واجهات النموذج السكني الخارجية.
- البلكونات بالنموذج السكني.
- معالجة فتحات الشبايك:
  - ارتفاع الشباك.
  - عرض الشباك.
  - موضع فتحة الشباك.
  - ارتفاع جلسة الشباك.
  - نوع زجاج الشباك.
- وسائل التظليل المختلفة (رأسية وأفقية ومركبة).
- بروزات مختلفة لوسائل التظليل.

ومنها تم التوصل إلي درجات حرارة داخلية لكل محدد مع تثبيت باقي المحددات من تلك المحددات السابقة ومعرفة أنسب المعالجات المناخية للنموذج السكني، ثم تطبيقها علي النموذج السكني وعمل محاكاة مرة أخرى بعد إضافة تلك المعالجات المناخية، ومنها تم التوصل إلي بعض النتائج التي يمكن معرفتها من خلال نتائج برنامج المحاكاة لكي يمكن الاسترشاد بها والاستفادة منها، والتي سوف يتم استعراضها لاحقاً.

- المحتويات.
- الجداول والأشكال.
- مقدمة البحث.

الباب الأول: الخصائص المناخية لمدينة أسبوط الجديدة والمعالجات التصميمية لمناخ منطقة الدراسة  
١-١- الخصائص المناخية والأنماط السكنية.  
٢-١- المعالجات التصميمية.

الباب الثاني: المحاكاة كأداة لتقييم الأداء الحراري للمباني  
١-٢- برامج المحاكاة المستخدمة لتقييم الأداء الحراري.  
٢-٢- دراسة تحليلية عن برنامج المحاكاة المستخدم وعمل المعايرة.

الباب الثالث: تقييم وتحسين الأداء الحراري للنموذج محل الدراسة (نموذج ابني بيتك)  
١-٣- تقييم تأثير المعالجات التصميمية على الأداء الحراري للفراغات الداخلية.  
٢-٣- تعديل الوضع القائم للنموذج السكني.

- النتائج والتوصيات.
- المراجع.
- الملاحق.

## النتائج والتوصيات

## النتائج والتوصيات

### أولاً- النتائج:

تعرض البحث في أبوابه الثلاثة إلى شقين، الأول هو التعرف على الخصائص المناخية بمدينة أسبوت الجديدة والأنماط السكنية بالمدينة، ثم يتوجه البحث إلى دراسة المعالجات المعمارية المناخية المناسبة للمناخ الصحراوي الحار الجاف، ويأتي الشق الثاني من البحث بتناول برامج المحاكاة وأهميتها في مساعدة المعماري علي التصميم المناخي للمباني وينتهي البحث بعمل محاكاة لأحد نماذج ابني بيتك السكني باستخدام برنامج (TAS) وعمل التعديلات المناخية اللازمة للنموذج السكني لتحسين الأداء الحراري داخل فراغاته، وتوصلت الدراسة بهذا الصدد إلى عددٍ من النتائج وقسمت النتائج إلى التالي:

### ١- نتائج و خلاصة الدراسة النظرية:

- من خلال الدراسات النظرية في البابين الأول والثاني أمكن الخروج بالنتائج التالية:
- تمثل فترة الحرارة الزائدة نسبة ٤٣% ما بين وقت الشروق حتى الغروب على طول العام، وتمثل الفترة الباردة نسبة ٣١% ما بين وقت الشروق حتى الغروب على طول العام، أما عن الفترة المعتدلة فتتمثل نسبة ٢٦% ما بين وقت الشروق حتى الغروب على طول العام، من ثم تم اختيار الفترة الحارة لتكون فترة الدراسة.
- توجد العديد من المعالجات المناخية الخاصة بمناخ مدينة أسبوت الجديدة وهو المناخ الحار الجاف الصحراوي والذي لا بد من دراستها عند تصميم المباني السكنية.
- دراسة الأحمال الحرارية الناتجة من الأشخاص والمعدات والإضاءة لها أهمية كبيرة في الأداء الحراري داخل الفراغات السكنية لأنها تسبب في رفع درجة الحرارة الداخلية.
- اختيار النمط السكني (ابن بيتك) نظراً لأنه يحتل المرتبة الأولى في نسب أنماط الإسكان بمدينة أسبوت الجديدة حيث يمثل ٣٣,١٥% من مساحات أنماط الإسكان بالمدينة.
- أهمية التصميم المناخي بمساعدة الحاسب الآلي وبرامج المحاكاة.
- برامج التمثيل الرقمي تشكل جزءاً من أدوات التصميم المناخي وليس كلها، وهو ما يعني أن فكرة التصميم المناخي بمساعدة الحاسب ليست مطبقة بشكل كامل.
- يعتبر التطور المنطقي في التصميم المناخي هو اللجوء لأدوات جديدة للتصميم تستفيد من قدرات الحاسبات، تجلى بعضها في تحويل الطرق اليدوية البيانية إلى طرق آلية بنفس شكلها الأصلي للاستفادة من سرعة وسهولة أداء الحاسب الآلي.
- توجد تصنيفات عديدة لبرامج المحاكاة منها البرامج الجزئية والشاملة والتجريبية.

### ٢- نتائج و خلاصة الدراسات التطبيقية:

يمثل الجزء التالي أهم نتائج الدراسة التحليلية للمعالجات المناخية المؤثرة علي إحدى نماذج ابني بيتك في مدينة أسبوت الجديدة للفترة الحارة، يمكن أن استعراضها على النحو التالي:

#### أ- نتائج معايرة برنامج المحاكاة المستخدم:

تمت عملية المعايرة بين نتائج القياسات الميدانية [\*] ونتائج برنامج المحاكاة عن طريق تمثيل النموذج السكني بالبرنامج وتوقيع جميع الظروف من حيث تجهيز الفراغات ومستعملي الفراغ وكذلك الإضاءة الصناعية الموجودة بالفراغات، ثم التوصل إلى نسبة الخطأ بنتائج برنامج المحاكاة المستخدم (TAS) تتراوح بين ١% إلى ٥% أي بمتوسط ٣% مما يعطي مؤشر جيد لصلاحية استخدام البرنامج في محاكاة وتقييم الأداء الحراري للمباني.

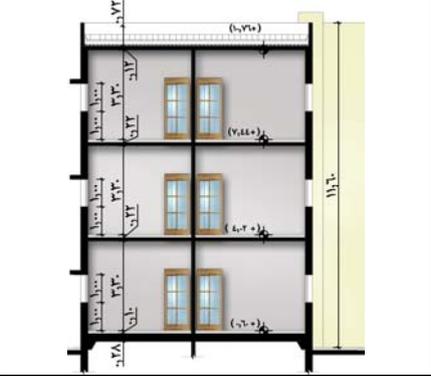
[\*] دراسة ميدانية تم عملها برسالة الماجستير الخاصة بالمهندس رياض محمد عبد الله الشميري بعنوان: تأثير الظروف المناخية على التجمعات السكنية بالمدن الصحراوية بصعيد مصر (مدينة أسبوت الجديدة كمثال تطبيقي)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسبوت، ٢٠٠٦.

## ب- نتائج المعالجات المناخية الخاصة بالنموذج السكني محل الدراسة:

- تسجل فراغات التوجيه الشمالي أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية، أما فراغات التوجيه الغربي يسجل أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية، وذلك لزيادة كثافة الإشعاع الشمسي علي ذلك التوجيه عن باقي التوجيهات.
- استخدام مواد بناء ذات سعة حرارية كبيرة مثل الحجر للحوائط الخارجية لأنه يسجل أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية مما يساعد على خفض درجات الحرارة داخل الفراغات مع وجود تأخير زمني لدرجة الحرارة الداخلية، أما البلوكات الخرسانية وهي ذات سعة حرارية منخفضة تسجل أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية لجميع التوجيهات، لذا فإنها غير مناسبة في الفترة الحارة.
- يساعد زيادة سمك الحوائط الخارجية للمبنى السكني علي انخفاض درجة الحرارة داخل الفراغات نظراً لأنه يساعد على امتصاص أكبر كمية من الإشعاع الشمسي الداخلة للفراغ مما يعمل علي وجود تأخير زمني لوصول درجة الحرارة الخارجية إلى داخل الفراغات.
- يساعد زيادة ارتفاع الفراغ على خفض درجات الحرارة الداخلية نظراً لزيادة حجم الهواء الداخلي للفراغ فيعمل على تحسين الأداء الحراري داخل الفراغات.
- يسجل الدور الأرضي أقل قيم لدرجات الحرارة داخل فراغاته، بسبب عدم تعرضه لأشعة الشمس المباشرة مثل الدور الأخير وكذلك بسبب امتصاص التربة لأشعة الشمس ودرجة الحرارة مما يساعد علي تخفيفها داخل الفراغ بذلك الدور.
- تسجل الألوان الفاتحة مثل اللون الأبيض أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية نظراً لانخفاض معامل امتصاصها للأشعة الشمسية، أما الألوان الداكنة مثل اللون الأزرق تسجل أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية عن جميع التوجيهات وذلك لامتناسها كمية كبيرة من الأشعة الشمسية الخارجية وبثها داخل الفراغ.
- تساهم وجود البروزات (البلكونة) في تحسين الأداء الحراري داخل الفراغات الموجودة بها وخاصة في الواجهات التي تستقبل كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي، أما في حالة عدم وجود أي بروزات (إزالة البلكونة) نلاحظ ارتفاع لدرجات الحرارة داخل تلك الفراغات.
- يساعد زيادة مساحة الشباك (ارتفاع وعرض) على ارتفاع درجة الحرارة داخل الفراغات نظراً لزيادة حجم الحيز الذي يساعد على انتقال الأشعة الشمسية خلاله ومنها انتقال درجة الحرارة الخارجية داخل الفراغ.
- تغيير موضع الشباك علي الواجهة سواءً كان أفقياً أو رأسياً غير مؤثر على درجة الحرارة داخل الفراغات وذلك بشرط عدم وجود أي بروزات أو مؤثرات خارجية علي الواجهات.
- يساعد زيادة معامل نفاذ الشمس خلال الزجاج على ارتفاع درجة الحرارة داخل الفراغات نظراً لأنه يسبب في زيادة الطاقة الحرارية المنتقلة داخل الفراغات.
- يساعد استخدام السلاح الرأسي على تخفيض درجة الحرارة داخل فراغات التوجيه الشمالي والشرقي والغربي عن باقي التوجيهات.
- يساعد استخدام المظلة الأفقية وكذلك وسيلة التظليل المركبة على تخفيض درجة الحرارة داخل فراغات التوجيه الجنوبي عن باقي التوجيهات، مع وجود التأثير الواضح لوسيلة التظليل المركبة على فراغات ذلك التوجيه.
- يساعد زيادة بروز وسيلة التظليل على خفض درجة الحرارة داخل الفراغات، نظراً لأنه يساعد على حجب الأشعة الشمسية وعدم وصولها لشباك الفراغ.
- وفي ضوء الدراسات التحليلية لعدة سيناريوهات للمعالجات المناخية (مواد البناء للحوائط الخارجية وسمكها - ارتفاع الفراغ السكني - ألوان تشطيبات الواجهات الخارجية - مساحة الشباك (ارتفاعه وعرضه) - نوع الزجاج المستخدم - وسائل التظليل المختلفة وبيروترات مختلفة) للنموذج السكني، تم تحسين الأداء الحراري للنموذج السكني محل الدراسة بمنطقة إسكان ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة وهي كالتالي:

- انخفاض درجات الحرارة الداخلية بمقدار نصف درجة مئوية في فترة المساء، أما في فترة الصباح وحتى منتصف الليل أي من الساعة ٨ صباحاً حتى الساعة ١٢ منتصف الليل تنخفض درجة الحرارة بمقدار درجتين ونصف درجة مئوية، وذلك في الفراغات ذات التوجيه الشمالي.
- انخفاض درجات الحرارة الداخلية بمقدار نصف درجة مئوية في فترة المساء، أما في فترة الصباح وحتى منتصف الليل أي من الساعة ٨ صباحاً حتى الساعة ١٢ منتصف الليل تنخفض درجة الحرارة بمقدار درجة ونصف درجة مئوية، وذلك في الفراغات ذات التوجيه الشرقي.
- انخفاض درجات الحرارة الداخلية بمقدار نصف درجة مئوية في فترة المساء، أما في فترة الصباح وحتى منتصف الليل أي من الساعة ٨ صباحاً حتى الساعة ١٢ منتصف الليل تنخفض درجة الحرارة بمقدار درجتين مؤوية، وذلك في الفراغات ذات التوجيه الجنوبي.
- انخفاض درجات الحرارة الداخلية بمقدار نصف درجة مئوية في فترة المساء، أما في فترة الصباح وحتى منتصف الليل أي من الساعة ٨ صباحاً حتى الساعة ١٢ منتصف الليل تنخفض درجة الحرارة بمقدار درجتين ونصف درجة مئوية، وذلك في الفراغات ذات التوجيه الغربي.

وفيما يلي عرض للنموذج السكني المقترح:

		
واجهة المدخل	القطاع الرأسي (أ-١)	المسقط الأفقي للدور المتكرر
		
واجهة المدخل (دوران ٩٠ درجة عكس عقارب الساعة وهي تمثل الواجهة الغربية)	واجهة الحديقة الخلفية (دوران ٩٠ درجة عكس عقارب الساعة وهي تمثل الواجهة الشرقية)	واجهة الحديقة الخلفية

## ثانياً. التوصيات:

من دراسة تأثير المعالجات المناخية علي تحسين الأداء الحراري داخل فراغات النموذج السكني المختار بمنطقة إسكان ابني بيتك كمثال تطبيقي للمناخ الحار الجاف، توصلت الدراسة بهذا الصدد إلى عددٍ من التوصيات المهمة وقد قسمت هذه التوصيات إلى الآتي:

### - فيما يتعلق بالمصمم المعماري والمناخي:

- يوصى بأهمية استخدام برامج المحاكاة عند تصميم الأنواع المختلفة من المباني، وذلك لدراسة النموذج المقترح والبحث عن حلول مناخية ومعمارية للمبني السكني.
- يوصى بأن يأخذ المحور الطولي للمبنى الاتجاه شرق غرب، أي أن الواجهة الطولية هي الشمالية، وذلك للإقلال من الإشعاع الشمسي الساقط على المبنى.
- يوصى باستخدام مواد البناء ذات السعة الحرارية العالية مثل الأحجار، ولا بد من استعمال الحوائط الخارجية السمكية لما لها فائدة من تأخير وصول الذروة الحرارية إلي داخل الفراغات، كما يوصى باستخدام الحوائط المفرغة حيث أنها تعمل علي احتباس الحرارة بداخلها.
- يوصى بحماية الحوائط والنوافذ الخارجية من أشعة الشمس المباشرة الساقطة عليها أثناء الفترة الحارة من العام (في فصل الصيف) لما لها من تأثير معوض لانخفاض درجة الحرارة بتلك الفترة من العام. ويمكن تحقيق ذلك من خلال إيجاد ظلال يحدثها عدم استواء أسطح تلك الحوائط بما فيها من تجويفات وبروزات من الكواويل والتراسات وكاسرات أشعة الشمس .... الخ.
- يوصى بوضع الفراغات غير المعيشية كالمخازن والحمامات ودورات المياه وآبار السلاالم .... الخ علي الواجهات الغربية والجنوبية الغربية. وذلك لأنه التوجيه المعرض لاستقبال أكبر كمية من الإشعاع الشمسي المباشر أثناء الفترة الحارة من العام حتى تعمل كفراغات عازلة للحرارة للغرف المعيشية.
- يوصى باستخدام الألوان الفاتحة بصفة عامة. واللون الأبيض بصفة خاصة في دهان الأسطح الخارجية للمنشآت. للحد من كمية الطاقة الحرارية التي تمتصها عناصر المنشآت الخارجية في وجود المصدر الرئيسي للتسخين وهو الأشعة الشمسية المباشرة. مع ضمان معدل إرسال جيد أثناء الليل. وذلك نظراً لأن اللون الأبيض له قدرة منخفضة علي امتصاص الأشعة الحرارية قصيرة الموجة. وفي نفس الوقت له قدرة مرتفعة علي عكس الأشعة الحرارية طويلة الموجة. علاوة علي انه عاكس لأشعة الشمس المباشرة.
- يوصى بعمل فتحات صغيرة وبالأخص بالواجهات التي تستقبل أشعة الشمس بصورة كبيرة.
- يوصى باستعمال زجاج ذو معامل نفاذية للشمس صغيرة حيث أنه يعمل علي تقليل نفاذ الأشعة الشمسية إلي داخل الفراغات.
- يوصى باستخدام كاسرات الشمس المركبة في الواجهات الجنوبية، واستخدام كاسرات الشمس الرأسية في الواجهات الشمالية والشرقية والغربية للحد من أشعة الشمس المنخفضة، حيث أن تلك الوسائل لها بالغ الأهمية في انخفاض درجة الحرارة الداخلية في الفترة الحارة من السنة.
- يوصى بزيادة ارتفاع الدور السكني لما له من أهمية كبيرة في خفض درجات الحرارة الداخلية للفراغات في الفترة الحارة نظراً لزيادة حجم الهواء المتحرك داخل الفراغ.

### - فيما يتعلق بالجهات التنفيذية والإدارية:

- لا بد من اهتمام الهيئات التنفيذية والمشرعة لقوانين البناء بالجوانب المناخية من حيث ارتفاع المبنى ومعالجة الفتحات واستخدام وسائل التظليل وكذلك الاهتمام بتوجيه المبنى وعمل الأفنية والمساحات المفتوحة بالموقع وغيرها من المعالجات المناخية الهامة التي تساعد علي تحسين الأداء الحراري داخل فراغات المباني السكنية.
- يوصى البحث المشرعين وصناع القرار بضرورة تشجيع القوانين التي تساعد علي دعم الفكر العمراني المناخي، كما يجب أن تصبح هناك مجموعة مدروسة من القوانين تنظم تشكيل الفراغات البيئية في المواقع السكنية علي أساس مناخي سليم يرفع من الكفاءة المناخية لتلك الفراغات.

- المحتويات.
- الجداول والأشكال.
- مقدمة البحث.

الباب الأول: الخصائص المناخية لمدينة أسيوط الجديدة والمعالجات التصميمية لمناخ منطقة الدراسة  
١-١- الخصائص المناخية والأنماط السكنية.  
٢-١- المعالجات التصميمية.

الباب الثاني: المحاكاة كأداة لتقييم الأداء الحراري للمباني  
١-٢- برامج المحاكاة المستخدمة لتقييم الأداء الحراري.  
٢-٢- دراسة تحليلية عن برنامج المحاكاة المستخدم وعمل المعايرة.

الباب الثالث: تقييم وتحسين الأداء الحراري للنموذج محل الدراسة (نموذج ابني بيتك)  
١-٣- تقييم تأثير المعالجات التصميمية على الأداء الحراري للفراغات الداخلية.  
٢-٣- تعديل الوضع القائم للنموذج السكني.

- النتائج والتوصيات.
- المراجع.
- الملاحق.

## المراجع

## المراجع

أولاً: مرجع باللغة العربية:

أ- الكتب العربية:

- ١- جودة حسنين جودة: الأراضي الجافة و شبه الجافة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، مصر، ١٩٩٨.
- ٢- خالد سليم فجال: العمارة والبيئة في المناطق الصحراوية الحارة، الدار الثقافية للنشر، القاهرة، ٢٠٠٢.
- ٣- سعيد عبد الرحيم بن عوف: العزل الحراري في المباني، مجلة المهندس، العدد الثاني، الرياض، ١٩٨٧.
- ٤- شفق العوضي الوكيل، محمد عبد الله سراج: المناخ و عمارة المناطق الحارة، الطبعة الثالثة، عالم الكتاب، القاهرة، ١٩٨٩.
- ٥- صباح عبد اللطيف مشنت: العمارة والبيئة المناخية الأسس النظرية التطبيقية، الطبعة الأولى، مركز عبادي للدراسات والنشر، صنعاء، ١٩٩٥.
- ٦- عبد المنطلب محمد علي: العمارة التلقائية بجنوب الوادي (بين النظرية والتطبيق لعمار الصحراء)، مطبعة الصفاء والمروة للطباعة والنشر، أسيوط، ٢٠٠٤.
- ٧- عبد المنطلب محمد علي: المناخ و عمارة الصحراء، الطبعة الأولى، الأوفست الحديثة بأسيوط، ٢٠٠١.
- ٨- ليلى رفعت سليم: البيئة وإستراتيجية التنمية العمرانية للمدن العربية الصحراوية، وزارة الإسكان والمرافق المجتمعات العمرانية، ٢٠٠٨.
- ٩- محمد بدر الدين الخولي: المؤثرات المناخية و العمارة العربية، دار المعارف، القاهرة، ١٩٨٩.
- ١٠- محي الدين سلقيني: العمارة البيئية، دار قابس للطباعة والنشر، سورية.
- ١١- وحيد حلمي حبيب: تخطيط المدن الجديدة، طبعة دار مكتبة المهندسين القاهرة، مصر، ١٩٩١.
- ١٢- يحيى حسن وزيرى: تطبيقات على عمارة البيئة - التصميم الشمسى للفناء الداخلى (دراسات على القاهرة وتوشكى)، الطبعة الأولى، مكتبة مدلولي، القاهرة، ٢٠٠٢.

ب- الرسائل العلمية:

- ١٣- أحمد حمدي صادق: تأثير العوامل المناخية في المناطق الصحراوية على التشكيل المعماري للمسكن الإسلامى وأثر ذلك على تشكيل المسكن الصحراوي المعاصر في شمال إفريقيا، رسالة دكتوراة، قسم العمارة، كلية الهندسة والتكنولوجيا بالمطرية، جامعة حلوان، ١٩٩٤.
- ١٤- أحمد عبد الحليم: تطور المسكن العربي بالسودان، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة الإسكندرية، ١٩٨٢.
- ١٥- أحمد هلال محمد: دراسة تحليلية عن تأثير العوامل البيئية على تصميم المسكن في المدينة المصرية المعاصرة، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ١٩٨٨.
- ١٦- دراف العابدي: أثر العوامل المناخية على استهلاك الطاقة بالأحياء السكنية الجماعية في المناطق الجافة: دراسة حالة مدينة بوسعادة، رسالة ماجستير، معهد التسيير والتقنيات الحضرية، جامعة المسيلة، الجزائر، ٢٠٠٩.

- ١٧- رياض محمد عبد الله الشميري: تأثير الظروف المناخية على التجمعات السكنية بالمدن الصحراوية بصعيد مصر (مدينة أسيوط الجديدة كمثال تطبيقي)، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ٢٠٠٦.
- ١٨- عبد الرحيم بن حسن الشهري: تكنولوجيا البناء ودورها في تحقيق الراحة الحرارية داخل الفراغات المعمارية، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠٠٨.
- ١٩- عبد المسيح يوسف عشي: المعايير التصميمية للأفنية الداخلية في العمارة العربية، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ١٩٩٩.
- ٢٠- عبد المنطلب محمد علي: تأثير المناخ الحار على تصميم الفتحات الخارجية للمباني بصعيد مصر، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ١٩٨٩.
- ٢١- محمد حازم محمد سعيد القويضي: البيئة المناخية وأثرها على العمارة والتخطيط العمراني بالمدن المصرية الجديدة، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان، ١٩٨٤.
- ٢٢- محمود ثروت محمود المهيلمي: تقييم وتوقع أداء بعض وسائل التحكم في الاكتساب الحراري على أغلفة المباني (دراسة باستخدام الحاسب الآلي)، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ١٩٩٠.
- ٢٣- مها بكرى عليوه، تأثير المناخ على تصميم الغلاف الخارجي للمبنى (دراسة تحليلية لتقييم الأداء البيئي للمباني في مصر) - الجزء الأول والثاني، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مارس ١٩٨٩.
- ٢٤- نزمين محمود رأفت عبد الفتاح: أسس تشكيل الفراغات الحضرية بالمناطق الصحراوية لرفع كفاءة الأداء المناخي لها، رسالة ماجستير، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ٢٠٠٥.
- ٢٥- نيفين يوسف عزمي يوسف: الإشعاع الشمسي والنسيج العمراني (مدخل لتشكيل طرق متوافقة مع الإشعاع الشمسي)، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠٠٩.
- ٢٦- هبه سيف الإسلام عبد الفتاح: التنمية والنمو بالمدن الجديدة (حالة المدن الجديدة بجمهورية مصر العربية)، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠٠٩.
- ٢٧- هينار أبو المجد أحمد خليفة: تصميم الفراغات العمرانية لتحقيق الراحة الحرارية باستخدام التقنيات الحديثة للتحكم المناخي، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠٠٤.
- ٢٨- وائل بن سليمان العنقري: اتجاه التصميم البيئي بمحاكاة الحاسب الآلي، رسالة ماجستير، كلية العمارة والتخطيط، قسم العمارة والبناء، جامعة الملك سعود، السعودية، ٢٠٠٩.
- ٢٩- ياسر سعد محمود: التمثيل الكتلّي في الهندسة المعمارية (CAAD): الوسائل السابقة والاحتمالات المستقبلية، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠٠٠.

### ج - أبحاث علمية منشورة:

- ٣٠- أسامة سعد خليل: التوافق البيئي العمراني للمدينة الصحراوية، المؤتمر المعماري الدولي الخامس، العمران والبيئة (الفكر والتطبيق)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ٢٠-٢٢ أبريل ٢٠٠٣.
- ٣١- إيمان محمد عيد عطية: أساليب التصميم المعماري في المجتمعات الصحراوية، المؤتمر المعماري الدولي الثالث، عمارة وتخطيط الصحراء (تجارب الماضي وآفاق المستقبل)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ١٧-١٩ نوفمبر ١٩٩٧.

- ٣٢- شريف كمال دسوقي & وآخرون: العمران في توشكي- مدخل لتطوير عملية البناء، المؤتمر المعماري الدولي الرابع، العمارة والعمران على مشارف الألفية الثالثة، جامعة أسيوط، كلية الهندسة، قسم العمارة، ٢٨ - ٣٠ مارس ٢٠٠٠.
- ٣٣- طارق محمد حجازي: الأداء المناخي كأساس لتصميم المواقع السكنية بالبيئة الصحراوية، مؤتمر الأزهر الهندسي الدولي الثامن، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، القاهرة، ٢٤ - ٢٧ ديسمبر ٢٠٠٤.
- ٣٤- عبد المنطلب محمد علي: المعالجات المناخية لواجهات مباني المناطق الصحراوية (دراسة تطبيقية على مدينة أسيوط الجديدة - الوادي الأسيوطي)، المؤتمر المعماري الدولي الثالث، عمارة وتخطيط الصحراء (تجارب الماضي وآفاق المستقبل)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ١٧ - ١٩ نوفمبر ١٩٩٧.
- ٣٥- عبد المنطلب محمد علي، عزت عبد المنعم مرغني، رياض محمد الشميري: تقييم التهوية الطبيعية داخل فراغات المباني السكنية لذوي الدخل المنخفض بمدينة أسيوط الجديدة ( في الفترة الحارة ) - مصر، المؤتمر المعماري الدولي السابع، إسكان الفقراء (المشكلات والحلول)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ٢٣ - ٢٥ أكتوبر ٢٠٠٧.
- ٣٦- معاذ أحمد محمد عبد الله: جدوى تباعد المباني في المدن الجديدة (مدي ملائمة النسق التخطيطي للظروف المناخية)، المؤتمر المعماري الدولي الخامس، العمران والبيئة (الفكر والتطبيق)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ٢٠ - ٢٢ أبريل ٢٠٠٣.
- ٣٧- نجوى إبراهيم محمود، هاله موسى تفاحة: دور تكنولوجيا البناء التي تحقق الراحة الإنسانية في ضوء المعطيات البيئية، المؤتمر المعماري الدولي الخامس، العمران والبيئة (الفكر والتطبيق)، قسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ٢٠ - ٢٢ أبريل ٢٠٠٣.
- د - مصادر أخرى:
- ٣٨- جهاز مدينة أسيوط الجديدة.
- ٣٩- الهيئة العامة للأرصاد الجوية: الأطلس المناخي لمصر، وزارة النقل والمواصلات، جمهورية مصر العربية، ١٩٩٦.
- ٤٠- الهيئة العامة للتخطيط العمراني: إستراتيجية التنمية الشاملة لإقليم أسيوط، التقرير العام، ١٩٩٦.
- ٤١- الهيئة العامة للتخطيط العمراني: التخطيط الهيكلي للتجمع العمراني الجديد بالوادي الأسيوطي، ١٩٩٦م.
- ٤٢- وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، الهيئة العامة للتخطيط العمراني: التخطيط العام للتجمع العمراني الجديد بالوادي الأسيوطي، ١٩٩٧.
- ٤٣- وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة: مدينة أسيوط الجديدة.

ثانياً: مرجع باللغة الإنجليزية:

أ- الكتب الإنجليزية:

- 44- ASHRAE: Nonresidential, Cooling And Heating Load Calculations, ASHRAE Handbook-Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Chapter 30, 2005.

- 45- ASHRAE: **Standards Actions, Important Information Regarding the Development of ASHRAE Standards and Guidelines**, Volume 1, Issue 18, 2005.
- 46- Clarke J A: **Energy Simulation in Building Design**, Adam Hilger Ltd., Bristol and Boston, 1985.
- 47- Fathy, H.: **Architecture for the poor: An experiment in Rular Egypt**, The American university in Cairo Press, 1989.
- 48- Fathy, H.: **Natural energy and vernacular architecture - principles and examples with reference to hot arid climates**, The university of Chicago press, Ltd: London, 1986.
- 49- Givoni B.: **Man, Climate and Architecture**, Elsevier Publishing Company Ltd., Amsterdam-London-New York, 1969.
- 50- Koenigsberger, O.H., Ingersoll, T.g., Mayhew, A. and Szokolay, S.v.: **Manual of tropical Housing and Building Part One: Climate Design**, Orient Longman Ltd., India 1975.
- 51- Konya, A.: **Design Primer for Hot Climates**, The Architectural Press Ltd., London., 1980.
- 52- Lippsmeier, G.: **Building in the tropics**, callwey: Munchen, 1980.
- 53- Markus & Morris: **Building, Climate and Energy**, Pitman Publishing, Ltd. London, (U.K), 1978.
- 54- Olgyay V.: **Design with Climate**, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1963.
- 55- Watson & Labs: **Climatic Design**, McGraw Hill, Ltd. ,U.S.A, 1983.
- ب- الرسائل العلمية:
- 56- A-Mohsen, M. A.: **The Thermal Performance of Courtyard houses – A study of the relationship between built form and solar radiation in the climate of Egypt**, Ph. D. Thesis, Dep. Of Architecture, Univ. of Edinburgh, Edinburgh, 1987.
- 57- Abbas El Zafarany: **Climatic Design Of Buildings**, Ph. D. Thesis, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Cairo University, 2000.
- 58- Essam Salah Said: **Using Simulation to Evaluate and Improve the Performance of the Outer Envelope of Buildings** , Ph. D. Thesis, Faculty of engineering, University of Assiut, 2009.
- 59- Hand J. W.: **Removing barriers to the use of simulation in the building design professions**, Ph. D. Thesis, University of Strathclyde, Glasgow, Scotland, 1998.

- 60- Ian Ross Doebber: **Investigation of Concrete Wall Systems for Reducing Heating and Cooling Requirements in Single Family Residences**, Mc. S. Thesis, Faculty of engineering, University of Blacksburg, Virginia, 2004.
- 61- John Martin Evan: **The comfort triangles, a new tool for bioclimatic design**, Ph. D. Thesis, delft University, London, U.K, 2007.
- 62- Lisa Guan: **The Implication of Global Warming on the Energy Performance and Indoor Thermal Environment of Air-Condition Office Building in Aустarlia** , Ph. D. Thesis, Faculty of Built Environment and Engineering, Queensland University of Technology, Australia, 2006.
- 63- Salwa Abdel Moneim El-Ginidy: **The Effect of Building Envelope Design On Energy Conservation**, Mc. S. Thesis, Cairo University, Egypt, 2010.
- 64- Tarek Galal Habib: **Trains of Urban Development in Egypt**, Update Evaluation for the Experience of New Urban Communities, Ph. D. Thesis, Faculty of engineering, University of Assiut, 2000.
- ج - أبحاث علمية منشورة:
- 65- Ahmad, I., E. Khetrish, and S.M. Abughres: **Thermal analysis of the architecture of old and new houses at Ghadames**, Building and Environment, www.sciencedirect.com, Vol. 20, 1985.
- 66- A.H. Abdullah1, and F. Wang: **Modeling Thermal Stratification in Atrium Using TAS Program and Verification of Prediction Results**, International Journal of Integrated Engineering, Issue on Civil and Environmental Engineering, www.sciencedirect.com, 2010.
- 67- ASHRAE: **Cooling And Heating Load Calculations - Estimation Of Solar Radiation**, ASHRAE Handbook-Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Chapter 17, 2009.
- 68- Antony Sealey: **Introduction to Building Climatology**, commonwealth association of architects, 326 grand buildings trafalgar square, Published by the CAA, london, 1979.
- 69- Ardeshir Mahdavi, Kristina Orehounig, Claus Pröglhöf: **A Simulation-Supported Control Scheme For Natural Ventilation In Buildings**, Eleventh International IBPSA Conference, Glasgow, Scotland, 27-30 July, 2009.
- 70- BRAB: **Housing and Building in hot- Humid and Hot Dry Climate**, The Building Research Advisory Board, Division of Engineering and Industrial Research, Washington, 1985.

- 
- 71- Caroline M. Clevenger, John Haymaker: **The Impact Of The Building Occupant On Energy Modeling Simulations**, Energy and Buildings, www.sciencedirect.com, Vol. 42, 2010.
- 72- Christian Koranteng, Ardeshir Mahdavi, Kristina Orehounig, Claus Pröglhöf: **Thermal Performance Of Office Buildings In Ghana**, Eleventh International IBPSA Conference, Glasgow, Scotland, 27-30 July 2009.
- 73- Demirbilek, Nur and Depczynski, Fabrice S.: **Potential of reducing cooling loads through facade and glass types in medium and high-rise office buildings in sub-tropical climatic regions**, 3rd International Solar Energy Society Conference 2008 46th Australian New Zealand Solar Energy Society Conference, Australia, NSW, Sydney, 25 - 28 November 2008.
- 74- Drury B. Crawley, Jon W. Hand, Michael Kummert, Brent T. Griffith: **Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs**, Building and Environment, www.sciencedirect.com, V(43), 2009.
- 75- Dunham, D.D.: **The Courtyard houses as a temperature regulator**, New Scientist, Vol. 8, September, 1960.
- 76- Eben Salah, M.A: **Thermal insulation of buildings in a newly built environment of a hot dry climate**, the Saudi Arabian experience', International Journal of Ambient Energy, Vol. 11, 1990.
- 77- E Jun Tanimoto, Aya Hagishima, Parichart Chimklai: **An approach for coupled simulation of building thermal effects and urban climatology**, Building and Environment, www.sciencedirect.com, Vol. 39, 2009.
- 78- Flamant G., Heijmans N., Guiot E: **Determination of the energy performances of ventilated double facades by the use of simulation integrating the control aspects Modelling aspects and assessment of the applicability of several simulation**, Belgian Building Research Institute, Ministry of Economic Affairs Project, 2004.
- 79- Givoni, B.: **Urban design for hot humid and hot dry regions**, Architecture and Urban Space: proceeding of the ninth International PLEA conference – Seville, Spain, 1991.
- 80- Gulten Manioglu, Zerrin Yilmaz: **A Comparative Evaluation of the Importance of Thermal Mass of Traditional Architecture in Hot and Dry Region in Turkey**, Energy and Buildings, www.sciencedirect.com, Vol. 41, 2009.
- 81- Hans Rosenlund: **Climatic Design of Buildings using Passive Techniques**, Building Issues, www.sciencedirect.com, Vol. 10 \_ Number 1, 2000.
-

- 82- James Y. P. Lee, BAsC, LEED AP: **Sustainable Solution To Building Mechanical System – Simulation Of Thermo-Active Slab With Thermal Mass Using TAS**, Earth Tech Canada Inc., Global Facility and Infrastructure, Mechanical Engineering Vancouver, British Columbia, Germany, 2010.
- 83- John Quale: **Building for the Future (Sustainable Home Design)**, SOLAR Decathlon, Department of Energy, University of Virginia School of Architecture, 2009.
- 84- Nasibeh Sadafi, Elias Salleh, Lim Chin Haw and Zaky Jaafar: **Potential Thermal Impacts of Internal Courtyard in Terrace Houses: A case Study in Tropical Climate**, Journal of Applied Sciences, www.sciencedirect.com, Vol. 15, 2008.
- 85- Peter St Clair: **Low-Energy Design In The United Arab Emirates**, BEDP Environment Design Guide, 2009.
- 86- Sam C M Hui.: **Load Estimation**, MEBS6006 Environmental Services I (<http://www.hku.hk/bse/MEBS6006>), Department of Mechanical Engineering, The University of Hong Kong, Sep 2009.
- 87- Shick, W.L.: **Effects of building orientation on energy savings**, Small homes council– Building Research Council, University of Illinois, Champaign, 2009.
- 88- Wang Liping, Wong Nyuk Hien: **The impacts of ventilation strategies and facade on indoor thermal environment for naturally ventilated residential buildings in Singapore**, Building and Environment, www.sciencedirect.com, Vol. 42, 2007.
- 89- Xiaoxin Wang, Chris Kendrick, Ray Ogden: **Influences Of Lighting Control And Natural Ventilation On Energy Use And Overheating For A Day-Lit Industrial Building**, Eleventh International IBPSA Conference, Glasgow, Scotland, 27-30 July 2009.

د – مواقع علي الشبكة الدولية:

- 90- [www.ashrae.org/events/page/562](http://www.ashrae.org/events/page/562)
- 91- [www.bso.uiuc.edu/BLAST](http://www.bso.uiuc.edu/BLAST).
- 92- [www.bsim.dk](http://www.bsim.dk).
- 93- [www.dest.com.cn](http://www.dest.com.cn).
- 94- [www.ecotect.com](http://www.ecotect.com)
- 95- [www.members.cox.net/](http://www.members.cox.net/)
- 96- [www.ee.hearne.com.au](http://www.ee.hearne.com.au)
- 97- [www.simulationresearch.lbl.gv](http://www.simulationresearch.lbl.gv).

- 98- [www.nrel.gov/buildings/energy10](http://www.nrel.gov/buildings/energy10)
  - 99- [www.energyplus.gov](http://www.energyplus.gov)
  - 100- [www.doe2.com/equest](http://www.doe2.com/equest)
  - 101- [www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm](http://www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm)
  - 102- [www.commercial.carrier.com](http://www.commercial.carrier.com).
  - 103- [www.aud.ucla.edu/](http://www.aud.ucla.edu/)
  - 104- [www.equa.se/ice](http://www.equa.se/ice)
  - 105- [www.iesve.com](http://www.iesve.com)
  - 106- [www.pucpr.br/lst](http://www.pucpr.br/lst)
  - 107- [www.nrel.gov/buildings/sunrel](http://www.nrel.gov/buildings/sunrel)
  - 108- [www.edsl.net](http://www.edsl.net)
  - 109- [ww.edsl.net/main/](http://ww.edsl.net/main/)
  - 110- [ww.edsl.net/main/Support/Documentation.aspx](http://ww.edsl.net/main/Support/Documentation.aspx)
  - 111- [www.tranecds.com](http://www.tranecds.com)
  - 112- [www.sel.me.wisc.edu/trnsys](http://www.sel.me.wisc.edu/trnsys).
-

- المحتويات.
- الجداول والأشكال.
- مقدمة البحث.

الباب الأول: الخصائص المناخية لمدينة أسيوط الجديدة والمعالجات التصميمية لمناخ منطقة الدراسة  
١-١- الخصائص المناخية والأنماط السكنية.  
٢-١- المعالجات التصميمية.

الباب الثاني: المحاكاة كأداة لتقييم الأداء الحراري للمباني  
١-٢- برامج المحاكاة المستخدمة لتقييم الأداء الحراري.  
٢-٢- دراسة تحليلية عن برنامج المحاكاة المستخدم وعمل المعايرة.

الباب الثالث: تقييم وتحسين الأداء الحراري للنموذج محل الدراسة (نموذج ابني بيتك)  
١-٣- تقييم تأثير المعالجات التصميمية على الأداء الحراري للفراغات الداخلية.  
٢-٣- تعديل الوضع القائم للنموذج السكني.

- النتائج والتوصيات.
- المراجع.
- الملاحق.

## الملاحق

## ملحق (أ) – عرض لنتائج القياسات الميدانية ونتائج برنامج المحاكاة المستخدم

جدول رقم (أ-١): نتائج درجات الحرارة الداخلية والخارجية للقياسات الميدانية في الفترة الحارة

متوسط درجات الحرارة للفترة الحارة			
الساعة	درجة الحرارة الخارجية	درجات الحرارة للغرفة الشمالية الشرقية	درجات الحرارة للغرفة الجنوبية الغربية
1	24.8	33.85	33.95
2	24	33.3	33.6
3	24.2	32.95	33.15
4	24.4	32.6	32.7
5	25.6	32.2	32.4
6	26.8	31.8	32.1
7	28.8	33.25	33.55
8	30.8	34.7	35
9	32.3	35.6	36.05
10	33.8	36.5	37.1
11	34.8	37.35	37.7
12	35.8	38.2	38.3
13	35.75	38.4	38.4
14	35.73	38.6	38.5
15	34.88	39	39
16	34.03	38.6	38.6
17	32.4	37.85	37.95
18	30.7	37.1	37.3
19	30	36.35	36.55
20	29.3	35.6	35.8
21	28.45	35.3	35.5
22	27.6	35	35.1
23	26.6	34.7	34.7
24	25.6	34.35	34.3

جدول رقم (أ-٢): نتائج درجات الحرارة الداخلية والخارجية للقياسات الميدانية في الفترة الباردة

متوسط درجات الحرارة للفترة الباردة			
الساعة	درجة الحرارة الخارجية	درجات الحرارة للغرفة الشمالية الشرقية	درجات الحرارة للغرفة الجنوبية الغربية
1	10.9	17.2	18
2	10.23	17.1	17.6
3	10.1	17.2	17.25
4	9.93	17.3	17.5
5	10.3	17.25	17.5
6	10.6	17.1	17.5
7	13.01	17.45	17.85
8	15.53	17.8	18.2
9	17.35	19.2	19.6
10	19.16	20.6	21
11	20.33	20.8	21.35
12	21.5	21	21.7
13	21.15	21.4	21.95
14	20.83	21.8	22.2
15	19.9	21.2	21.55
16	19	20.6	20.9
17	17.55	20.3	20.5
18	16.1	20	20.1

19.8	19.75	15.4	19
19.15	19.5	14.63	20
19.5	19.15	13.9	21
18.8	18.18	13.1	22
18.58	18.05	12.3	23
18.35	17.3	11.5	24

جدول رقم (٣-أ): نتائج درجات الحرارة الداخلية والخارجية لبرنامج المحاكاة في الفترة الحارة

متوسط درجات الحرارة للفترة الحارة			
الساعة	درجة الحرارة الخارجية	درجات الحرارة للغرفة الشمالية الشرقية	درجات الحرارة للغرفة الجنوبية الغربية
1	24.8	33.8	35
2	24.2	33.5	34.1
3	24.8	32.9	34.2
4	26	32.6	34
5	26.6	32.2	33.8
6	26.8	33	33.1
7	28.8	34.8	33.88
8	30.8	35.7	35.8
9	34	36.6	35.5
10	34.95	37.5	37.5
11	35.5	37.9	38.8
12	36	38.5	39.5
13	35.75	38.8	39.4
14	35.73	39.1	39.3
15	34.88	38.9	38.5
16	34.03	38.6	37.8
17	33.4	37.5	37.6
18	31	36.4	37.3
19	30	35.2	36.8
20	29.3	35	36.3
21	28.45	34.7	35.77
22	27.6	35	35.2
23	26	34.7	34.8
24	25.6	34.4	34.3

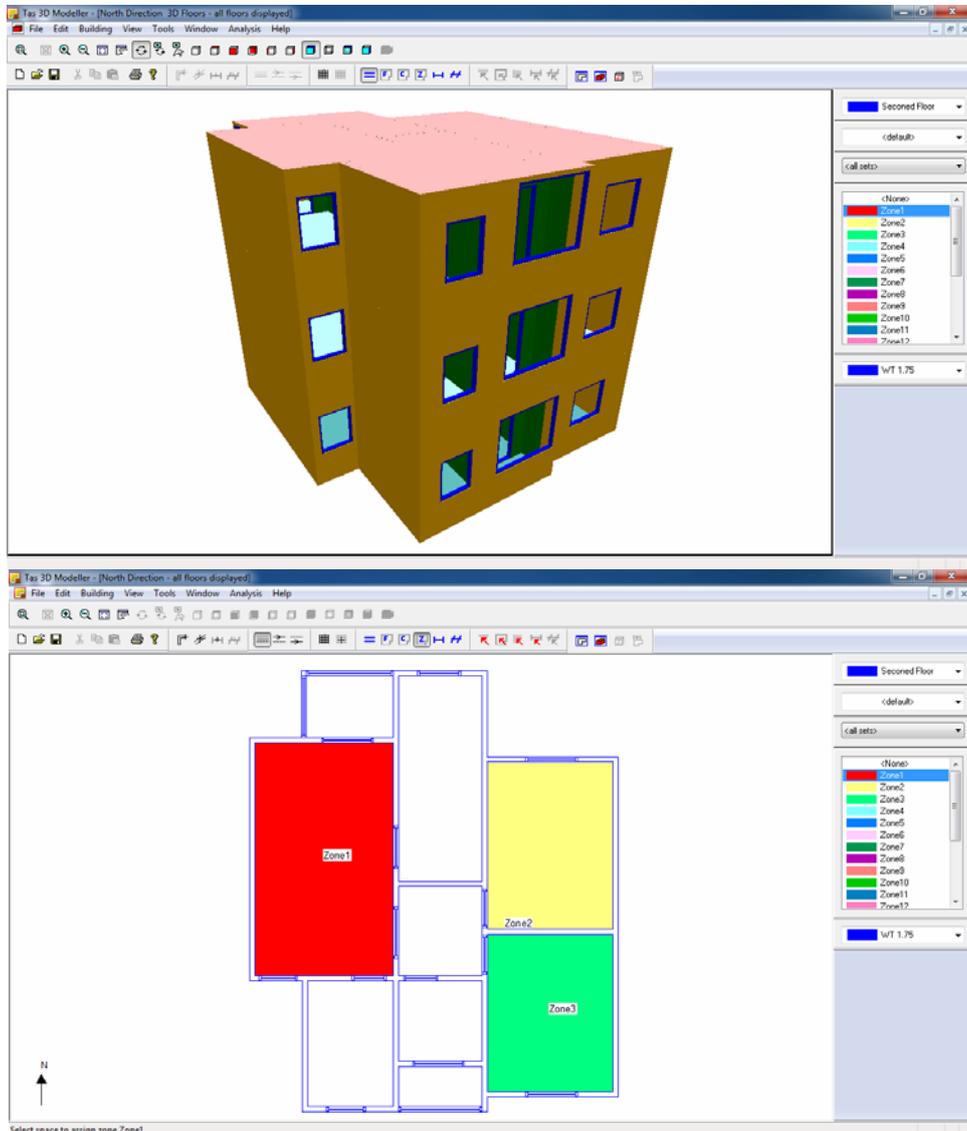
جدول رقم (٤-أ): نتائج درجات الحرارة الداخلية والخارجية لبرنامج المحاكاة في الفترة الباردة

متوسط درجات الحرارة للفترة الباردة			
الساعة	درجة الحرارة الخارجية	درجات الحرارة للغرفة الشمالية الشرقية	درجات الحرارة للغرفة الجنوبية الغربية
1	11.9	18.2	18.9
2	10.23	18.1	19.8
3	10.1	18.2	19.2
4	9.93	18.3	18.8
5	10.3	18.1	18.6
6	10.6	17.9	18.4
7	13.1	18	19.2
8	15.53	18.8	20.5
9	17.35	19.5	21.4
10	19.16	21	21.7
11	20.33	21.5	22.2
12	21.5	21.9	22.8
13	21.15	22.1	23.1

23.2	22.5	20.83	14
21.5	21.2	19.9	15
20.9	20.5	19.03	16
20.5	20.1	17.55	17
20.1	19.8	16.1	18
19.8	19.5	15.4	19
19.5	19.2	13.97	20
18.8	19.1	13.9	21
18.6	18.5	12.43	22
18.4	18.3	12.3	23
18.1	18.2	11.5	24

### ملحق (ب) - البيانات المطلوبة لنموذج المحاكاة لمرحلة دراسة تأثير تغيير توجيه النموذج السكني أ- بناء النموذج السكني:

يوضح الشكل رقم (ب-١)، النموذج السكني المختار حيث يتكون من أرضي وأربع أدوار، ويتم تحدد في هذا الجزء الغرف المراد قياسها وهو ما يسمى بالـ (Zones).

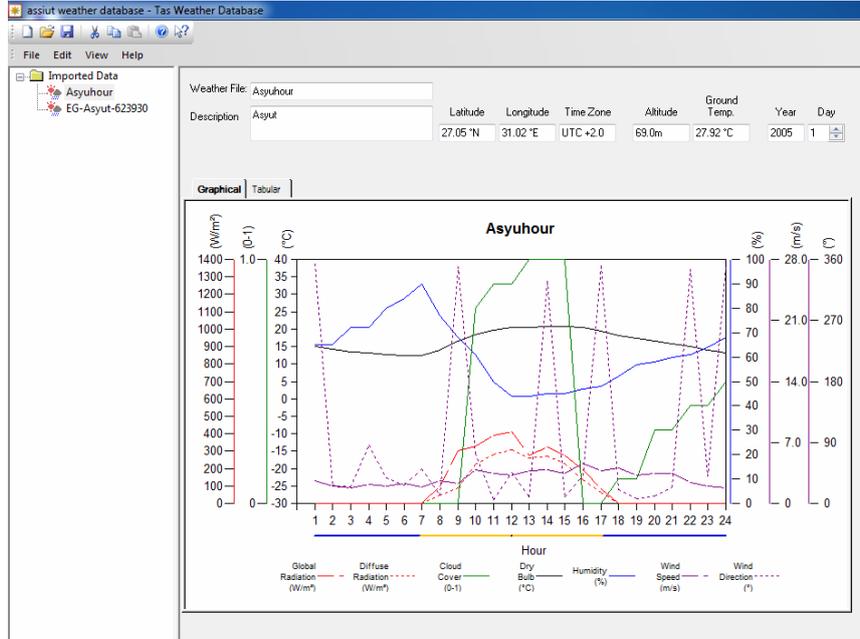


شكل رقم (ب-١): بناء مبني المعايرة علي برنامج المحاكاة والغرف المقاسة بالمبني رقم (٢٧) بمنطقة إسكان ابني بينك بالدور الأول

## ب- إدخال البيانات المناخية:

تعتبر البيانات المناخية من أهم البيانات الضرورية للبرنامج، حيث لا يستطيع أي برنامج حساب درجات الحرارة الداخلية بدون إدخال البيانات المناخية الخاصة بالموقع، ويمكن تحديد أهم العناصر المناخية كالآتي: [\*]

الإشعاع الشمسي. الغطاء السمائي. درجات الحرارة الجافة.  
الرطوبة النسبية. سرعة الهواء. اتجاه الرياح.  
يوضح الشكل رقم (ب-٢) و (ب-٣)، البيانات المناخية المطلوب إدخالها كل يوم علي حدة في أيام السنة.



## شكل رقم (ب-٢): طريقة عرض البيانات المناخية بالمنحنيات.

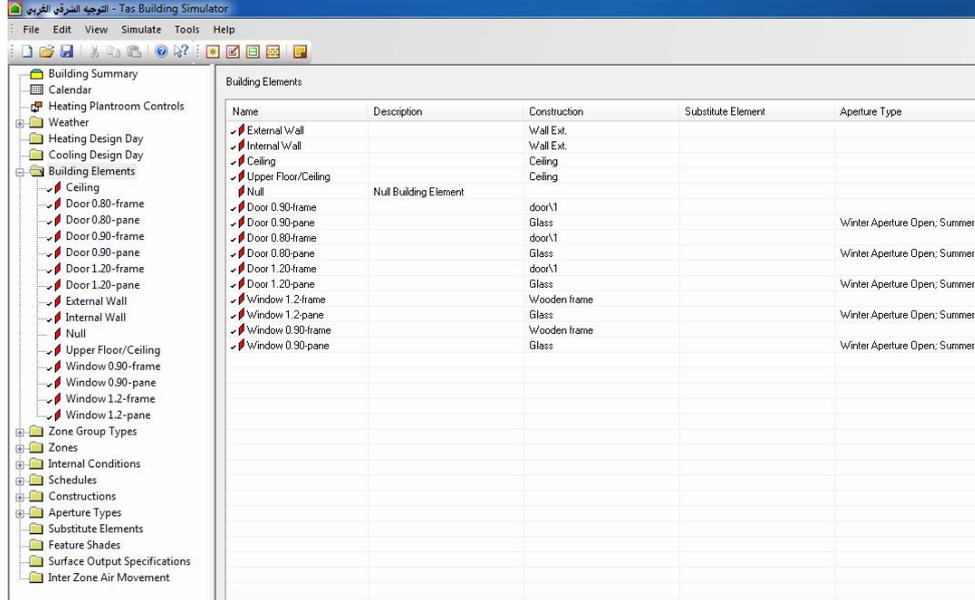
Hour	Global Solar Radiation (W/m²)	Diffuse Solar Radiation (W/m²)	Cloud Cover (0-1)	Dry Bulb (°C)	Relative Humidity (%)	Wind Speed (m/s)	Wind Direction (°)
1	0.00	0.00	0.0000	15.00	65.00	2.6	353.0
2	0.00	0.00	0.0000	14.20	65.00	2.0	27.0
3	0.00	0.00	0.0000	13.50	72.00	1.8	24.0
4	0.00	0.00	0.0000	13.10	72.00	2.2	85.0
5	0.00	0.00	0.0000	12.70	80.00	2.0	38.0
6	0.00	0.00	0.0000	12.40	84.00	2.3	27.0
7	1.00	1.00	0.0000	12.40	90.00	1.9	51.0
8	101.00	49.00	0.0000	14.00	77.00	2.6	12.0
9	303.00	90.00	0.0000	16.70	68.00	2.3	349.0
10	329.00	222.00	0.8000	18.30	61.00	3.9	73.0
11	389.00	279.00	0.9000	19.60	50.00	3.4	5.0
12	409.00	306.00	0.9000	20.50	44.00	3.2	46.0
13	276.00	261.00	1.0000	20.60	44.00	3.7	10.0
14	323.00	271.00	1.0000	20.80	45.00	3.9	328.0
15	276.00	229.00	1.0000	20.80	45.00	3.4	10.0
16	192.00	137.00	0.0000	20.40	47.00	4.6	41.0
17	85.00	61.00	0.0000	19.40	48.00	3.7	351.0
18	1.00	1.00	0.1000	19.20	52.00	4.1	20.0
19	0.00	0.00	0.1000	17.40	57.00	3.2	7.0
20	0.00	0.00	0.3000	16.60	58.00	3.4	11.0
21	0.00	0.00	0.3000	15.70	60.00	3.4	24.0
22	0.00	0.00	0.4000	14.90	61.00	2.4	345.0
23	0.00	0.00	0.4000	14.10	64.00	2.0	40.0
24	0.00	0.00	0.5000	13.20	68.00	1.8	351.0

## شكل رقم (ب-٣): طريقة عرض البيانات المناخية بالجدول والقيم.

[\*] تم شرح طرق إدخال البيانات المناخية في الباب الثاني - الفصل الثاني.

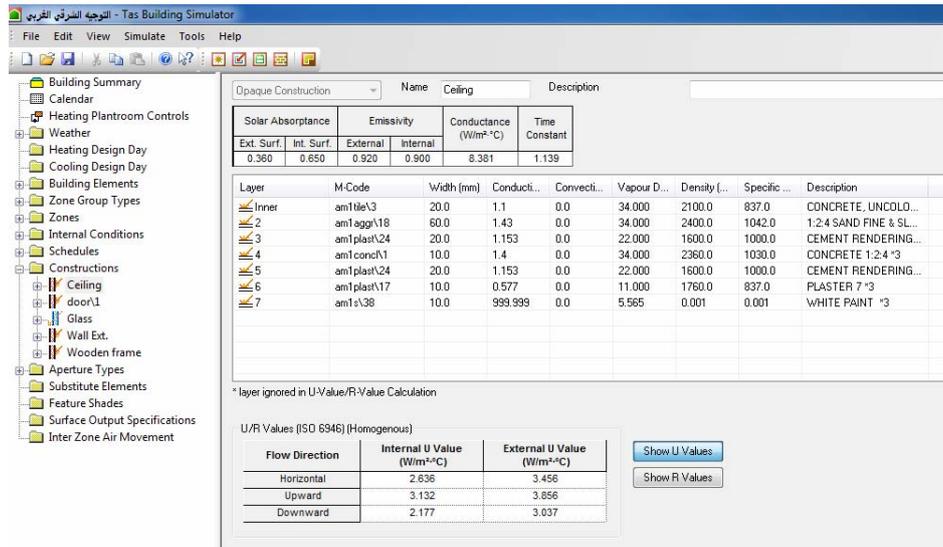
### ج- إدخال مواد البناء الخاصة بعناصر المبني:

- يمكن تلخيص مكونات المبني إلي أربع عناصر – شكل (ب-٤) - وهم:
- أرضية الدور.
  - سقف الدور سواء كان متكرر أو نهائي.
  - الحوائط.
  - الفتحات (أبواب و شبابيك).



شكل رقم (ب-٤): عناصر نموذج ابني بيتك.

لعناصر المبني السابقة مواد بناء وتشطيبات، ولكل مادة بناء أو تشطيب خارجي وداخلي يحمل صفات حرارية وصفات خاصة تختلف من مادة لأخرى، يوضح شكل رقم (ب-٥) إمكانية اختيار مواد البناء وتحديد الصفات الخاصة به وأهم تلك الصفات هي: انتقال الحرارة عبر المادة وكذلك تحديد كثافتها وسمك المادة وغيرها من الصفات.



شكل رقم (ب-٥): طريقة إدخال الصفات الحرارية والحرارية لمواد البناء بنموذج ابني بيتك.

ويوضح الجدول رقم (ب-١) و(ب-٢) و(ب-٣) و(ب-٤) إدخال بيانات مواد البناء الخاصة بالنموذج وكذلك الصفات الخاصة والحرارية لمواد البناء طبقاً لما هو موجود بالفعل في الواقع. جدول رقم (ب-١): خواص مكونات سقف الدور السكني لنموذج ابني بيتك<sup>[\*]</sup>

مادة البناء	الكود	السّمك (ملم)	معامل التوصيل الحراري (وات /م. درجة مئوية)	معامل انتشار البخار	الكثافة (كجم/م <sup>٣</sup> )	الحرارة النوعية (جول /كجم. درجة مئوية)
بلاطات خرسانية	am1tile\3	٢٠	١,١٠	٣٤	٢١٠٠	٨٣٧
رمل	am1aggr\18	٦٠	١,٤٣	٣٤	٢٤٠٠	١٠٤٢
مونة أسمنتية	am1plast\24	٢٠	١,٥١٣	٢٢	١٦٠٠	١٠٠٠
خرسانة مسلحة	am1concl\1	١٢٠	٢,٤٠	٣٤	٢٣٦٠	١٠٣٠
طرطشة مونة	am1plast\24	٢٠	١,٥٣	٢٢	١٦٠٠	١٠٠٠
طبقة بياض	am1plast\17	١	٠,٥٧٧	١١	١٧٦٠	٨٣٧
لون أبيض نهائي (دهان)	am1s\38	٠,١	٩٩٩,٩٩	٥,٥٦٥	٠,٠٠١	٠,٠٠١

جدول رقم (ب-٢): الصفات الحرارية الخاصة بخشب الأبواب والنوافذ الدور السكني للنموذج

مادة البناء	الكود	السّمك (ملم)	معامل التوصيل الحراري (وات /م. درجة مئوية)	معامل انتشار البخار	الكثافة (كجم/م <sup>٣</sup> )	الحرارة النوعية (جول /كجم. درجة مئوية)
الخشب	am1wood\33	٥٠	١,٣٨	١١,٤٢	٥٠٠	٢٨٠٥

جدول رقم (ب-٣): خواص مواد البناء بالحوائط الداخلية والخارجية لنموذج ابني بيتك

مادة البناء	الكود	السّمك (ملم)	معامل التوصيل الحراري (وات /م. درجة مئوية)	معامل انتشار البخار	الكثافة (كجم/م <sup>٣</sup> )	الحرارة النوعية (جول /كجم. درجة مئوية)
طبقة بياض	am1plast\17	١	٩٩٩,٩٩	٥,٥٦٥	٠,٠٠١	٠,٠٠١
لون أبيض نهائي (دهان)	am1s\38	٠,١	٠,٥٧٧	١١	١٧٦٠	٨٣٧
طرطشة مونة	am1plast\24	٢٠	١,٥٣	٢٢	١٦٠٠	١٠٠٠
طوب طفلي	am1brick\30	١٢٠	١,٣٣	٨	١٨٠٠	٩٢٠
طرطشة مونة	am1plast\24	٢٠	١,٥٣	٢٢	١٦٠٠	١٠٠٠
طبقة بياض	am1plast\17	١	٠,٥٧٧	١١	١٧٦٠	٨٣٧
لون أبيض نهائي (دهان)	am1s\38	٠,١	٩٩٩,٩٩	٥,٥٦٥	٠,٠٠١	٠,٠٠١

[\*]توجد عديد من أشكال الأحمال الحرارية داخل المبني السكني، وتمثل مواد البناء أحد صور الحمل الحراري نتيجة تخزين تلك المواد للحرارة ثم نشرها داخل الفراغ السكني، تم تعريف الصفات الحرارية الخاصة بالمواد في الباب الأول - الفصل الثاني.

جدول رقم (ب-٤): الصفات الحرارية الخاصة بزجاج النوافذ الدور السكني لنموذج ابني بيتك

مادة البناء	الكود	السمك (ملم)	الانعكاس الخارجي للإشعاع الشمسي	الانعكاس الداخلي للإشعاع الشمسي	الانبعاث الحراري الخارجي	الانبعاث الحراري الداخلي	معامل التوصيل الحراري	معامل انتشار البخار
زجاج النوافذ	am1pilk\26	٦	٠,٢٠	٠,١٥	٠,٢٥	٠,٨٤٥	١	٩٩٩٩,٠

#### د- الأحمال الحرارية المكتسبة داخل الفراغ:

- تم حساب الأحمال الحرارية بناءً على المعلومات الآتية: [\*]
- الغرف الذي تم القياس بها هي غرفة نوم وأخري صالة معيشة.
  - متوسط عدد الأفراد الموجودين ٢ فرد.
  - افتراض وجود فرش وأجهزة داخل المنزل.
  - الإضاءة عبارة عن مصباحين فلورسنت.

ومن ذلك تم حساب الأحمال الحرارية - شكل (ب-٦) - كالآتي:

إجمالي الأحمال الحرارية = الحرارة الناتجة من الأشخاص + الحرارة الناتجة من الأجهزة + الحرارة الناتجة من الإضاءة + الحرارة الكامنة من الأشخاص  
 إجمالي الأحمال الحرارية = ٤ وات/م<sup>٢</sup> + ٨ وات/م<sup>٢</sup> + ١٢ وات/م<sup>٢</sup> + ٢ وات/م<sup>٢</sup> = ٢٦ وات/م<sup>٢</sup>

وتم حساب الأحمال الحرارية نتيجة تسرب الهواء الساخن إلي الداخلي عبر الشبائيك وتم فرض أن الشبائيك متوسطة الإحكام وتم فرض القيمة = ٠,٥٠ [\*]

The screenshot shows the EnergyPlus software interface. On the left is a tree view with categories like Building Summary, Calendar, Heating Plantroom Controls, Weather, Heating Design Day, Cooling Design Day, Building Elements, Zone Group Types, Zones, Internal Conditions, Schedules, Constructions, Aperture Types, Substitute Elements, Feature Shades, Surface Output Specifications, and Inter Zone Air Movement. The main panel is titled 'Bedroom in Summer' and includes a description 'A room occupied by two person'. Below this are tabs for 'Internal Gain', 'Heating Emitter', 'Cooling Emitter', and 'Thermostat'. The 'Internal Gain' tab is active, showing a sub-panel for 'Care bedroom' with a description 'one person care bedroom'. This sub-panel has fields for Radiant Proportion (Lighting: 0.48, Occupant: 0.2, Equipment: 0.1) and View Coefficient (Lighting: 0.49, Occupant: 0.227, Equipment: 0.372). Below this is a table of gain components:

Gain	Value	Factor	Setback Value	Schedule
Infiltration	0.1 ach	1.0	0.0 ach	
Ventilation	Hourly	0.75	0.0 ach	
Lighting Gain	Hourly	0.75	0.0 W/m <sup>2</sup>	
Occupancy Sensi...	Hourly	1.0	0.0 W/m <sup>2</sup>	
Occupancy Latent...	Hourly	1.0	0.0 W/m <sup>2</sup>	
Equipment Sensib...	3.0 W/m <sup>2</sup>	1.0	0.0 W/m <sup>2</sup>	
Equipment Latent...	0.0 W/m <sup>2</sup>	1.0	0.0 W/m <sup>2</sup>	
Pollutant Generati...	0.0 g/hr/m <sup>2</sup>	1.0	0.0 g/hr/m <sup>2</sup>	

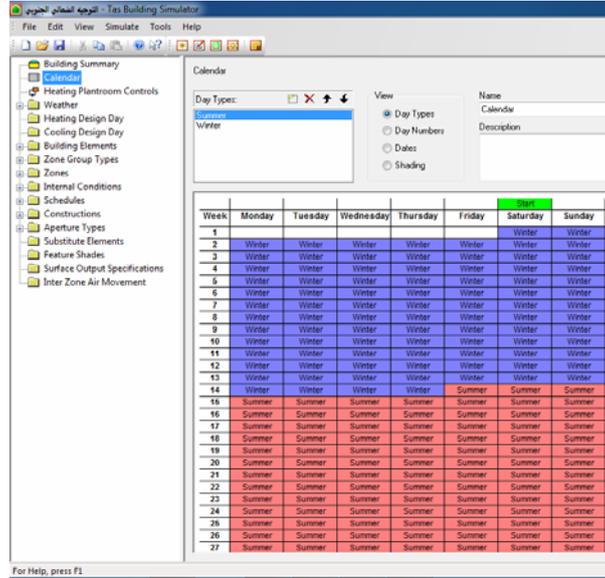
At the bottom, there are system parameters: Metabolic Rate (120.0 W/p), DHW (0.0 l/d/m<sup>2</sup>), Outside Air (8.0 l/s/p), and Target Room Illuminance (0.0 lx). On the right side, there is a table titled 'Units: W/m<sup>2</sup>' with 24 rows and 2 columns of values ranging from 0.000 to 10.000.

شكل رقم (ب-٦): طريقة إدخال الأحمال الحرارية المكتسبة من الإضاءة داخل الفراغ بالبرنامج.

[\*] هذه المعلومات تم تجميعها عن طريقة معاينة الباحث علي أرض الواقع للنموذج السكني.  
 [\*] راجع الجداول بالباب الأول الفصل الثاني ص ٤٩-٥٧.

### هـ إدخال بيانات التقويم الميلادي:

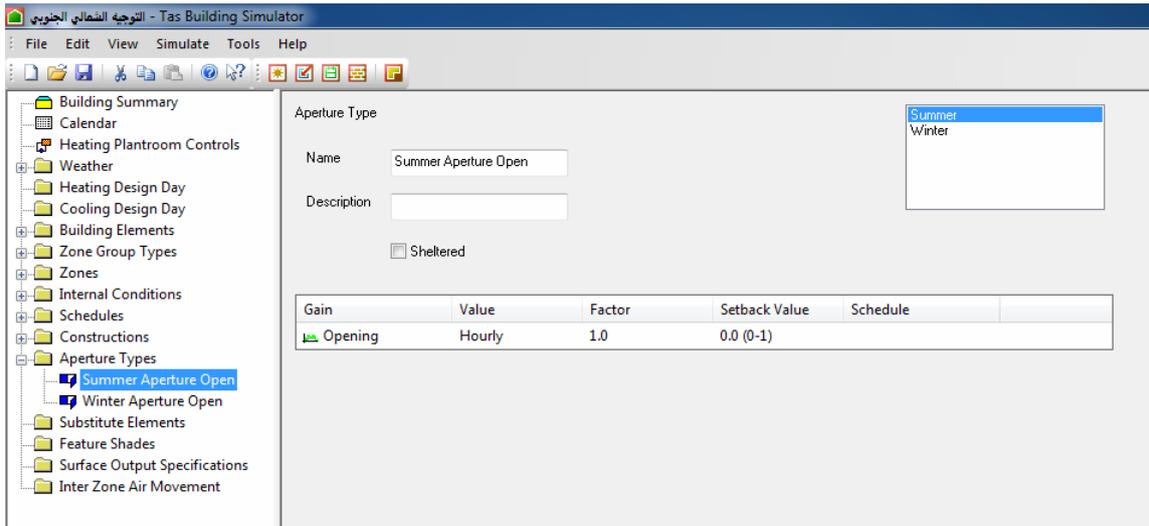
يقصد ببيانات التقويم الميلادي هو إدخال أيام الصيف والشتاء خلال السنة وكذلك تحديد أيام العطلة الأسبوعية وتحديد الأيام التي تتواجد بها مستعملي الفراغات والأيام التي لا يتواجد بها أشخاص، حيث أن تلك العوامل تؤثر في حساب درجات الحرارة الداخلية والرطوبة النسبية للفراغات – شكل (ب-٧). وفي حالتنا هذه يتم إدخال أيام الصيف والشتاء وكذلك أيام الجمعة (عطلة رسمية) وإدخال الأيام الباقي كأيام عادية في الأسبوع.



شكل رقم (ب-٧): طريقة إدخال بيانات التقويم الميلاد بالبرنامج.

### د- فتح النوافذ (الشبابيك والأبواب) خلال ساعات اليوم:

يوضح الشكل رقم (ب-٨)، طريقة إدخال ساعات فتح النوافذ في ساعات اليوم الواحد، حيث يتم إدخال ساعات فتح الشبابيك في اليوم الواحد لكل من فصل الصيف والشتاء.



شكل رقم (ب-٨): طريقة إدخال ساعات فتح النوافذ بالبرنامج.

### ملحق (ج) – درجات الحرارة الداخلية والخارجية لتوجيهات النموذج السكني المختلفة

جدول رقم (ج-١): درجات الحرارة الداخلية والخارجية لتوجيهات النموذج السكني المختلفة في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	جنوبية	جنوبية غربية	جنوبية شرقية	غربية	شمالية	شمالية غربية	شمالية شرقية	شرقية
1	26.03	30.64	30.95	30.75	31.00	30.37	30.81	30.52	30.63
2	25.15	29.90	30.20	30.02	30.26	29.66	30.08	29.81	29.92
3	24.67	29.46	29.74	29.58	29.80	29.24	29.63	29.39	29.49
4	24.20	29.00	29.27	29.12	29.33	28.79	29.17	28.94	29.04
5	23.87	28.65	28.91	28.77	28.97	28.46	28.82	28.60	28.70
6	24.09	28.55	28.79	28.67	28.85	28.37	28.71	28.51	28.60
7	25.77	29.12	29.35	29.27	29.40	28.97	29.27	29.16	29.25
8	27.77	31.15	31.43	31.48	31.50	31.05	31.38	31.40	31.54
9	29.82	31.77	32.01	32.22	32.09	31.83	32.09	32.25	32.35
10	31.75	32.35	32.55	32.89	32.65	32.54	32.76	32.97	33.05
11	33.46	32.93	33.12	33.48	33.22	33.17	33.36	33.58	33.64
12	34.85	33.41	33.61	33.94	33.71	33.62	33.83	34.05	34.10
13	35.86	33.91	34.17	34.37	34.25	34.04	34.28	34.44	34.50
14	36.50	34.38	34.76	34.79	34.86	34.40	34.76	34.77	34.86
15	36.72	35.01	35.54	35.36	35.67	34.88	35.45	35.23	35.35
16	36.49	35.42	36.09	35.71	36.26	35.15	35.95	35.46	35.61
17	35.66	35.69	36.48	35.94	36.69	35.33	36.33	35.59	35.76
18	34.37	35.77	36.52	35.95	36.73	35.36	36.37	35.55	35.73
19	32.85	35.69	36.30	35.81	36.41	35.16	36.04	35.37	35.55
20	31.65	35.49	36.07	35.61	36.12	34.95	35.76	35.16	35.34
21	30.45	35.20	35.75	35.33	35.78	34.69	35.45	34.88	35.06
22	29.26	34.85	35.37	34.97	35.39	34.36	35.08	34.56	34.72
23	28.07	34.45	34.92	34.55	34.93	33.99	34.64	34.16	34.32
24	26.87	33.98	34.40	34.07	34.41	33.54	34.14	33.71	33.86

ملحق (د) - درجات الحرارة الداخلية والخارجية للنموذج السكني لأنواع مختلفة من مواد البناء  
جدول رقم (د-١): خواص مواد البناء بالحوائط الداخلية والخارجية للنموذج السكني

الحرارة النوعية (جول /كجم. درجة مئوية)	الكثافة (كجم/م <sup>٣</sup> )	معامل انتشار البخار	معامل التوصيل الحراري (وات /م. درجة مئوية)	السلك (مللم)	الكود	مادة البناء
١٠٠٠	١٩٠٠	٣٤	١,٣٠	١٢٠	am1brick\17	طوب أسمنتي
٩٢٠	١٨٠٠	٨	١,٣٣	١٢٠	am1brick\30	طوب أحمر
١٠٥٩	١٥٢٠	١٤,٨٠	٠,٦٠	١٢٠	am1block\5	بلوكات خرسانية
١١٠٠	٤٠٠	٦,٨٠	٠,٨٥	١٢٠	am1block\13	طوب أحمر مجوف
٩٢٠	١٥٣٠	٩,٦٠	٠,٦٥	١٢٠	am1brick\26	طوب رملي
٧٠٠	٢٧٠٠	٤٨	١,٩٠	١٢٠	am1stone\5	الحجر

جدول رقم (د-٢): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لمواد بناء مختلفة في  
الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الطوب الأسمنتي	الطوب الطفلي	البلوكات الخرسانية	الطوب الطفلي المجوف	الطوب الرملي	الحجر
1	26.03	30.12	30.10	30.33	30.05	30.30	30.04
2	25.15	29.43	29.40	29.66	29.27	29.61	29.35
3	24.67	29.03	28.99	29.27	28.80	29.21	28.95
4	24.20	28.61	28.55	28.86	28.31	28.78	28.53
5	23.87	28.29	28.23	28.55	27.94	28.47	28.21
6	24.09	28.21	28.15	28.47	27.83	28.38	28.14
7	25.77	28.81	28.73	29.06	28.44	28.97	28.72
8	27.77	30.83	30.72	31.31	30.59	31.14	30.70
9	29.82	31.56	31.49	31.97	31.63	31.84	31.46
10	31.75	32.17	32.16	32.48	32.49	32.41	32.11
11	33.46	32.73	32.75	32.96	33.20	32.93	32.69
12	34.85	33.12	33.16	33.30	33.73	33.31	33.08
13	35.86	33.48	33.54	33.63	34.17	33.66	33.45
14	36.50	33.79	33.86	33.91	34.54	33.96	33.77
15	36.72	34.25	34.33	34.34	35.04	34.40	34.23
16	36.49	34.48	34.57	34.55	35.31	34.63	34.47
17	35.66	34.63	34.73	34.69	35.46	34.77	34.62
18	34.37	34.68	34.77	34.73	35.43	34.81	34.66
19	32.85	34.56	34.64	34.62	35.21	34.70	34.54
20	31.65	34.40	34.47	34.50	34.91	34.56	34.36
21	30.45	34.18	34.23	34.32	34.54	34.37	34.13
22	29.26	33.91	33.94	34.10	34.11	34.12	33.84
23	28.07	33.59	33.59	33.83	33.63	33.82	33.50
24	26.87	33.21	33.19	33.51	33.09	33.47	33.10

جدول رقم (د-٣): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي لمواد بناء مختلفة في الفترة  
الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الطوب الأسمنتي	الطوب الطفلي	البلوكات الخرسانية	الطوب الطفلي المجوف	الطوب الرملي	الحجر
1	26.03	30.17	30.15	30.09	30.40	30.36	30.09
2	25.15	29.48	29.44	29.30	29.72	29.67	29.40
3	24.67	29.07	29.03	28.82	29.33	29.26	28.99

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الطوب الأسمنتي	الطوب الطفلي	البلوكات الخرسانية	الطوب الطفلي المجوف	الطوب الرملي	الحجر
4	24.20	28.64	28.59	28.32	28.91	28.83	28.56
5	23.87	28.32	28.26	27.96	28.60	28.50	28.24
6	24.09	28.24	28.17	27.84	28.51	28.41	28.17
7	25.77	28.83	28.75	28.44	29.10	29.00	28.75
8	27.77	30.84	30.73	30.55	31.34	31.17	30.70
9	29.82	31.54	31.47	31.57	31.99	31.85	31.43
10	31.75	32.13	32.11	32.42	32.48	32.40	32.05
11	33.46	32.67	32.68	33.15	32.94	32.90	32.61
12	34.85	33.05	33.09	33.69	33.27	33.27	33.01
13	35.86	33.42	33.48	34.16	33.60	33.62	33.39
14	36.50	33.76	33.83	34.57	33.89	33.94	33.73
15	36.72	34.23	34.33	35.11	34.33	34.40	34.22
16	36.49	34.50	34.60	35.41	34.56	34.65	34.49
17	35.66	34.67	34.77	35.58	34.71	34.81	34.66
18	34.37	34.73	34.83	35.55	34.77	34.86	34.72
19	32.85	34.63	34.73	35.35	34.68	34.77	34.61
20	31.65	34.48	34.56	35.03	34.57	34.65	34.44
21	30.45	34.26	34.32	34.63	34.40	34.45	34.20
22	29.26	33.98	34.01	34.18	34.17	34.20	33.91
23	28.07	33.65	33.65	33.68	33.90	33.89	33.55
24	26.87	33.26	33.23	33.13	33.57	33.53	33.14

جدول رقم (د-٤): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي لمواد بناء مختلفة في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الطوب الأسمنتي	الطوب الطفلي	البلوكات الخرسانية	الطوب الطفلي المجوف	الطوب الرملي	الحجر
1	26.03	30.13	30.11	30.36	30.04	30.32	30.05
2	25.15	29.45	29.41	29.68	29.26	29.63	29.37
3	24.67	29.04	28.99	29.29	28.78	29.22	28.96
4	24.20	28.61	28.55	28.87	28.29	28.79	28.53
5	23.87	28.29	28.23	28.56	27.93	28.47	28.21
6	24.09	28.21	28.14	28.48	27.82	28.38	28.14
7	25.77	28.8	28.72	29.06	28.41	28.97	28.71
8	27.77	30.79	30.68	31.27	30.52	31.1	30.65
9	29.82	31.5	31.43	31.92	31.56	31.79	31.4
10	31.75	32.12	32.11	32.43	32.46	32.36	32.06
11	33.46	32.71	32.73	32.92	33.24	32.9	32.67
12	34.85	33.13	33.18	33.29	33.83	33.3	33.11
13	35.86	33.54	33.61	33.64	34.32	33.69	33.53
14	36.50	33.89	33.97	33.95	34.72	34.02	33.88
15	36.72	34.36	34.45	34.4	35.22	34.48	34.36
16	36.49	34.6	34.7	34.63	35.47	34.72	34.6
17	35.66	34.73	34.84	34.76	35.58	34.86	34.73
18	34.37	34.75	34.85	34.79	35.49	34.88	34.74
19	32.85	34.62	34.7	34.68	35.23	34.76	34.59
20	31.65	34.45	34.51	34.54	34.91	34.61	34.4
21	30.45	34.22	34.26	34.36	34.53	34.4	34.16
22	29.26	33.93	33.96	34.13	34.1	34.15	33.86
23	28.07	33.6	33.6	33.85	33.61	33.84	33.51

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الطوب الأسمنتي	الطوب الطفلي	البلوكات الخرسانية	الطوب الطفلي المجوف	الطوب الرملي	الحجر
24	26.87	33.21	33.18	33.52	33.07	33.48	33.09

جدول رقم (د-٥): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي لمواد بناء مختلفة في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الطوب الأسمنتي	الطوب الطفلي	البلوكات الخرسانية	الطوب الطفلي المجوف	الطوب الرملي	الحجر
1	26.03	30.25	30.23	30.16	30.18	30.43	30.46
2	25.15	29.55	29.52	29.36	29.48	29.73	29.78
3	24.67	29.14	29.09	28.88	29.06	29.31	29.38
4	24.20	28.70	28.65	28.38	28.63	28.88	28.96
5	23.87	28.38	28.31	28.01	28.30	28.55	28.64
6	24.09	28.29	28.23	27.89	28.22	28.46	28.56
7	25.77	28.88	28.80	28.47	28.80	29.04	29.13
8	27.77	30.87	30.74	30.46	30.72	31.20	31.38
9	29.82	31.47	31.37	31.28	31.33	31.82	31.98
10	31.75	31.97	31.90	32.01	31.85	32.29	32.42
11	33.46	32.44	32.40	32.69	32.34	32.72	32.81
12	34.85	32.76	32.76	33.23	32.69	33.03	33.09
13	35.86	33.15	33.18	33.79	33.10	33.38	33.40
14	36.50	33.54	33.61	34.35	33.52	33.73	33.71
15	36.72	34.11	34.20	35.03	34.11	34.26	34.20
16	36.49	34.47	34.58	35.48	34.48	34.59	34.50
17	35.66	34.72	34.84	35.81	34.73	34.84	34.72
18	34.37	34.85	34.98	35.89	34.88	34.95	34.83
19	32.85	34.80	34.93	35.68	34.82	34.89	34.77
20	31.65	34.67	34.77	35.30	34.66	34.79	34.69
21	30.45	34.44	34.51	34.87	34.40	34.60	34.53
22	29.26	34.15	34.20	34.38	34.09	34.34	34.30
23	28.07	33.82	33.84	33.85	33.74	34.04	34.03
24	26.87	33.43	33.42	33.28	33.33	33.68	33.70

ملحق (هـ) - درجات الحرارة الداخلية والخارجية للنموذج السكني لأسماك من الطوب الطفلي

المجوف

جدول رقم (هـ - ١): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي عند تغيير سمك الطوب

الطفلي المجوف في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم
1	26.03	30.05	30.45	30.63
2	25.15	29.27	29.75	29.97
3	24.67	28.8	29.33	29.61
4	24.20	28.31	28.89	29.22
5	23.87	27.94	28.56	28.93
6	24.09	27.83	28.46	28.87
7	25.77	28.44	29.04	29.44
8	27.77	30.59	31.29	31.99
9	29.82	31.63	32	32.62
10	31.75	32.49	32.58	33.03
11	33.46	33.2	33.11	33.4

33.68	33.51	33.73	34.85	12
33.95	33.87	34.17	35.86	13
34.18	34.17	34.54	36.50	14
34.56	34.62	35.04	36.72	15
34.74	34.85	35.31	36.49	16
34.84	34.99	35.46	35.66	17
34.85	35.02	35.43	34.37	18
34.73	34.91	35.21	32.85	19
34.64	34.77	34.91	31.65	20
34.5	34.57	34.54	30.45	21
34.32	34.31	34.11	29.26	22
34.1	34.01	33.63	28.07	23
33.84	33.66	33.09	26.87	24

جدول رقم (هـ-٢): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي عند تغيير سمك الطوب الطفلي المجوف في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم
1	26.03	30.15	30.32	30.33
2	25.15	29.44	29.72	29.78
3	24.67	29.03	29.40	29.50
4	24.20	28.59	29.05	29.20
5	23.87	28.26	28.80	29.00
6	24.09	28.17	28.76	29.00
7	25.77	28.75	29.34	29.61
8	27.77	30.73	31.83	32.32
9	29.82	31.47	32.41	32.94
10	31.75	32.11	32.76	33.28
11	33.46	32.68	33.07	33.55
12	34.85	33.09	33.26	33.70
13	35.86	33.48	33.46	33.82
14	36.50	33.83	33.64	33.91
15	36.72	34.33	33.98	34.17
16	36.49	34.60	34.13	34.23
17	35.66	34.77	34.22	34.23
18	34.37	34.83	34.26	34.20
19	32.85	34.73	34.17	34.05
20	31.65	34.56	34.08	33.93
21	30.45	34.32	33.96	33.79
22	29.26	34.01	33.80	33.64
23	28.07	33.65	33.60	33.47
24	26.87	33.23	33.36	33.27

جدول رقم (هـ-٣): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي عند تغيير سمك الطوب الطفلي المجوف في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم
1	26.03	30.04	30.46	30.66
2	25.15	29.26	29.75	30.01
3	24.67	28.78	29.33	29.64
4	24.20	28.29	28.89	29.25
5	23.87	27.93	28.56	28.96

28.89	28.46	27.82	24.09	6
29.45	29.03	28.41	25.77	7
31.97	31.27	30.52	27.77	8
32.59	31.99	31.56	29.82	9
33	32.58	32.46	31.75	10
33.38	33.13	33.24	33.46	11
33.67	33.55	33.83	34.85	12
33.94	33.94	34.32	35.86	13
34.18	34.28	34.72	36.50	14
34.58	34.74	35.22	36.72	15
34.76	34.98	35.47	36.49	16
34.87	35.12	35.58	35.66	17
34.88	35.12	35.49	34.37	18
34.77	34.98	35.23	32.85	19
34.66	34.83	34.91	31.65	20
34.52	34.62	34.53	30.45	21
34.34	34.36	34.1	29.26	22
34.11	34.05	33.61	28.07	23
33.85	33.69	33.07	26.87	24

جدول رقم (هـ - ٤): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي عند تغيير سمك الطوب الطفلي المجوف في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم
1	26.03	30.23	30.39	30.36
2	25.15	29.52	29.79	29.81
3	24.67	29.09	29.47	29.53
4	24.20	28.65	29.11	29.23
5	23.87	28.31	28.86	29.03
6	24.09	28.23	28.81	29.03
7	25.77	28.80	29.38	29.64
8	27.77	30.74	31.87	32.36
9	29.82	31.37	32.44	32.99
10	31.75	31.90	32.77	33.34
11	33.46	32.40	33.05	33.61
12	34.85	32.76	33.21	33.76
13	35.86	33.18	33.38	33.88
14	36.50	33.61	33.56	33.98
15	36.72	34.20	33.90	34.24
16	36.49	34.58	34.07	34.30
17	35.66	34.84	34.19	34.30
18	34.37	34.98	34.26	34.26
19	32.85	34.93	34.19	34.09
20	31.65	34.77	34.12	33.97
21	30.45	34.51	34.02	33.85
22	29.26	34.20	33.87	33.70
23	28.07	33.84	33.67	33.54
24	26.87	33.42	33.44	33.35

ملحق (و) - درجات الحرارة الداخلية والخارجية للنموذج السكني لارتفاعات مختلفة للدور  
جدول رقم (و-١): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي عند تغيير ارتفاع الدور في  
الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	٢,٧٠م	٢,٩٠م	٣,١٠م	٣,٣٠م
1	26.03	30.10	29.88	29.72	29.58
2	25.15	29.40	29.17	29.01	28.87
3	24.67	28.99	28.74	28.59	28.44
4	24.20	28.55	28.30	28.15	28.00
5	23.87	28.23	27.96	27.81	27.66
6	24.09	28.15	27.87	27.73	27.57
7	25.77	28.73	28.49	28.35	28.20
8	27.77	30.72	30.41	30.20	30.00
9	29.82	31.49	31.19	30.97	30.77
10	31.75	32.16	31.88	31.66	31.47
11	33.46	32.75	32.49	32.27	32.09
12	34.85	33.16	32.90	32.67	32.48
13	35.86	33.54	33.30	33.07	32.88
14	36.50	33.86	33.65	33.41	33.23
15	36.72	34.33	34.12	33.86	33.68
16	36.49	34.57	34.37	34.12	33.94
17	35.66	34.73	34.53	34.28	34.10
18	34.37	34.77	34.59	34.34	34.18
19	32.85	34.64	34.45	34.21	34.05
20	31.65	34.47	34.27	34.04	33.87
21	30.45	34.23	34.01	33.79	33.61
22	29.26	33.94	33.70	33.48	33.30
23	28.07	33.59	33.33	33.11	32.92
24	26.87	33.19	32.90	32.67	32.47

جدول رقم (و-٢): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي عند تغيير ارتفاع الدور في  
الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	٢,٧٠م	٢,٩٠م	٣,١٠م	٣,٣٠م
1	26.03	30.11	29.94	29.81	29.71
2	25.15	29.33	29.17	29.03	28.93
3	24.67	28.82	28.65	28.52	28.42
4	24.20	28.27	28.11	27.99	27.90
5	23.87	27.83	27.68	27.56	27.47
6	24.09	27.62	27.48	27.37	27.29
7	25.77	28.06	27.94	27.85	27.79
8	27.77	29.40	29.27	29.17	29.11
9	29.82	30.11	29.98	29.88	29.82
10	31.75	31.03	30.89	30.78	30.72
11	33.46	32.03	31.87	31.74	31.66
12	34.85	32.85	32.64	32.47	32.36
13	35.86	33.58	33.34	33.16	33.03
14	36.50	34.23	33.98	33.79	33.65
15	36.72	35.03	34.74	34.53	34.37
16	36.49	35.53	35.24	35.02	34.84
17	35.66	35.86	35.56	35.33	35.15
18	34.37	35.90	35.62	35.41	35.23

35.07	35.25	35.47	35.74	32.85	19
34.80	34.98	35.18	35.44	31.65	20
34.38	34.54	34.73	34.96	30.45	21
33.84	33.99	34.16	34.38	29.26	22
33.20	33.35	33.51	33.72	28.07	23
32.52	32.66	32.82	33.01	26.87	24

جدول رقم (و-٣): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي عند تغيير ارتفاع الدور في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	٢,٧٠م	٢,٩٠م	٣,١٠م	٣,٣٠م
1	26.03	30.11	29.9	29.75	29.61
2	25.15	29.41	29.18	29.04	28.9
3	24.67	28.99	28.75	28.61	28.46
4	24.20	28.55	28.3	28.16	28.01
5	23.87	28.23	27.96	27.82	27.67
6	24.09	28.14	27.87	27.73	27.58
7	25.77	28.72	28.48	28.34	28.2
8	27.77	30.68	30.37	30.17	29.97
9	29.82	31.43	31.13	30.92	30.72
10	31.75	32.11	31.83	31.62	31.43
11	33.46	32.73	32.47	32.27	32.09
12	34.85	33.18	32.94	32.72	32.54
13	35.86	33.61	33.39	33.16	32.99
14	36.50	33.97	33.77	33.55	33.38
15	36.72	34.45	34.26	34.02	33.85
16	36.49	34.7	34.52	34.28	34.11
17	35.66	34.84	34.66	34.42	34.26
18	34.37	34.85	34.68	34.45	34.3
19	32.85	34.7	34.52	34.3	34.14
20	31.65	34.51	34.32	34.1	33.94
21	30.45	34.26	34.06	33.84	33.67
22	29.26	33.96	33.73	33.52	33.34
23	28.07	33.6	33.35	33.13	32.95
24	26.87	33.18	32.9	32.69	32.49

جدول رقم (و-٤): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي عند تغيير ارتفاع الدور في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	٢,٧٠م	٢,٩٠م	٣,١٠م	٣,٣٠م
1	26.03	30.20	30.04	29.91	29.80
2	25.15	29.41	29.25	29.12	29.01
3	24.67	28.89	28.73	28.60	28.50
4	24.20	28.33	28.18	28.06	27.96
5	23.87	27.89	27.74	27.62	27.53
6	24.09	27.68	27.54	27.42	27.34
7	25.77	28.10	27.99	27.89	27.83
8	27.77	29.41	29.29	29.19	29.13
9	29.82	30.03	29.90	29.79	29.73
10	31.75	30.83	30.69	30.57	30.49
11	33.46	31.73	31.56	31.42	31.33
12	34.85	32.44	32.23	32.04	31.92

32.60	32.73	32.93	33.17	35.86	13
33.31	33.45	33.66	33.91	36.50	14
34.15	34.32	34.55	34.83	36.72	15
34.77	34.95	35.19	35.48	36.49	16
35.20	35.39	35.64	35.94	35.66	17
35.38	35.56	35.79	36.07	34.37	18
35.31	35.48	35.70	35.96	32.85	19
35.05	35.22	35.42	35.66	31.65	20
34.60	34.76	34.95	35.16	30.45	21
34.04	34.18	34.36	34.56	29.26	22
33.39	33.53	33.70	33.90	28.07	23
32.69	32.82	32.99	33.17	26.87	24

ملحق (ز) - درجات الحرارة الداخلية والخارجية للنموذج السكني للأدوار المختلفة  
جدول رقم (ز-١): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي عند تغيير الدور في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الدور الأرضي	الدور الأول	الدور الأخير
1	26.03	29.40	30.10	30.10
2	25.15	28.68	29.40	29.40
3	24.67	28.26	28.99	28.99
4	24.20	27.82	28.55	28.55
5	23.87	27.50	28.23	28.23
6	24.09	27.44	28.15	28.15
7	25.77	28.07	28.73	28.73
8	27.77	30.00	30.72	30.73
9	29.82	30.74	31.49	31.50
10	31.75	31.35	32.16	32.16
11	33.46	31.92	32.75	32.75
12	34.85	32.26	33.16	33.16
13	35.86	32.63	33.54	33.54
14	36.50	32.95	33.86	33.87
15	36.72	33.40	34.33	34.33
16	36.49	33.64	34.57	34.58
17	35.66	33.78	34.73	34.73
18	34.37	33.86	34.77	34.77
19	32.85	33.74	34.64	34.65
20	31.65	33.57	34.47	34.48
21	30.45	33.34	34.23	34.24
22	29.26	33.06	33.94	33.94
23	28.07	32.73	33.59	33.60
24	26.87	32.34	33.19	33.19

جدول رقم (ز-٢): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي عند تغيير الدور في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الدور الأرضي	الدور الأول	الدور الأخير
1	26.03	29.44	30.15	30.17
2	25.15	28.71	29.44	29.39
3	24.67	28.29	29.03	28.88
4	24.20	27.85	28.59	28.33

27.90	28.26	27.52	23.87	5
27.69	28.17	27.45	24.09	6
28.13	28.75	28.08	25.77	7
29.48	30.73	29.99	27.77	8
30.19	31.47	30.71	29.82	9
31.12	32.10	31.30	31.75	10
32.12	32.68	31.84	33.46	11
32.94	33.09	32.18	34.85	12
33.67	33.48	32.56	35.86	13
34.32	33.83	32.90	36.50	14
35.10	34.32	33.38	36.72	15
35.60	34.60	33.64	36.49	16
35.93	34.77	33.81	35.66	17
35.96	34.83	33.91	34.37	18
35.80	34.72	33.81	32.85	19
35.49	34.56	33.64	31.65	20
35.01	34.32	33.41	30.45	21
34.42	34.01	33.12	29.26	22
33.77	33.65	32.77	28.07	23
33.07	33.23	32.38	26.87	24

جدول رقم (ز-٣): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي عند تغيير الدور في الفترة الحارة

الدور الأخير	الدور الأول	الدور الأرضي	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الساعة
30.08	30.11	29.41	26.03	1
29.31	29.41	28.69	25.15	2
28.8	29	28.26	24.67	3
28.25	28.55	27.82	24.20	4
27.82	28.23	27.5	23.87	5
27.62	28.15	27.43	24.09	6
28.05	28.72	28.06	25.77	7
29.38	30.68	29.95	27.77	8
30.11	31.43	30.69	29.82	9
31.07	32.11	31.31	31.75	10
32.1	32.73	31.9	33.46	11
32.97	33.18	32.29	34.85	12
33.74	33.61	32.7	35.86	13
34.41	33.98	33.05	36.50	14
35.18	34.46	33.52	36.72	15
35.65	34.7	33.76	36.49	16
35.93	34.84	33.88	35.66	17
35.91	34.85	33.94	34.37	18
35.69	34.7	33.8	32.85	19
35.37	34.51	33.61	31.65	20
34.9	34.26	33.37	30.45	21
34.32	33.96	33.08	29.26	22
33.67	33.6	32.73	28.07	23
32.97	33.18	32.34	26.87	24

جدول رقم (ز-٤): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي عند تغيير الدور في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الدور الأرضي	الدور الأول	الدور الأخير
1	26.03	29.53	30.23	30.24
2	25.15	28.79	29.52	29.45
3	24.67	28.35	29.09	28.93
4	24.20	27.90	28.65	28.38
5	23.87	27.57	28.32	27.94
6	24.09	27.49	28.23	27.73
7	25.77	28.12	28.80	28.15
8	27.77	29.99	30.74	29.47
9	29.82	30.61	31.37	30.09
10	31.75	31.10	31.90	30.89
11	33.46	31.57	32.40	31.80
12	34.85	31.87	32.76	32.52
13	35.86	32.27	33.18	33.26
14	36.50	32.69	33.61	33.99
15	36.72	33.26	34.20	34.91
16	36.49	33.62	34.58	35.55
17	35.66	33.87	34.84	36.01
18	34.37	34.07	34.98	36.12
19	32.85	34.02	34.93	36.02
20	31.65	33.86	34.77	35.71
21	30.45	33.60	34.51	35.21
22	29.26	33.29	34.20	34.61
23	28.07	32.94	33.84	33.94
24	26.87	32.55	33.42	33.22

ملحق (ح) - درجات الحرارة الداخلية والخارجية للنموذج السكني لألوان تشطيبات الواجهات  
جدول رقم (ح-١): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي عند تغيير ألوان التشطيبات في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	اللون الأبيض	اللون الأحمر	اللون الأخضر	اللون الأزرق	اللون الأصفر
1	26.03	30.10	30.51	30.73	30.98	30.16
2	25.15	29.40	29.79	30.00	30.24	29.46
3	24.67	28.99	29.37	29.56	29.79	29.04
4	24.20	28.55	28.91	29.10	29.32	28.61
5	23.87	28.23	28.58	28.76	28.96	28.28
6	24.09	28.15	28.48	28.65	28.84	28.20
7	25.77	28.73	29.05	29.21	29.40	28.78
8	27.77	30.72	31.19	31.43	31.71	30.80
9	29.82	31.49	32.10	32.41	32.76	31.59
10	31.75	32.16	32.90	33.27	33.68	32.26
11	33.46	32.75	33.57	33.97	34.42	32.86
12	34.85	33.16	34.06	34.51	35.04	33.29
13	35.86	33.54	34.45	34.91	35.45	33.67
14	36.50	33.86	34.77	35.23	35.76	33.99
15	36.72	34.33	35.22	35.68	36.19	34.46
16	36.49	34.57	35.45	35.90	36.41	34.70
17	35.66	34.73	35.59	36.03	36.53	34.85
18	34.37	34.77	35.57	35.97	36.43	34.88

34.75	36.27	35.81	35.42	34.64	32.85	19
34.58	36.04	35.60	35.22	34.47	31.65	20
34.33	35.73	35.31	34.95	34.23	30.45	21
34.04	35.35	34.96	34.61	33.94	29.26	22
33.69	34.91	34.55	34.22	33.59	28.07	23
33.27	34.39	34.06	33.77	33.19	26.87	24

جدول رقم (ح-٢): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي عند تغيير ألوان التشطيبات في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	اللون الأبيض	اللون الأحمر	اللون الأخضر	اللون الأزرق	اللون الأصفر
1	26.03	30.66	31.05	31.24	31.47	30.72
2	25.15	29.94	30.30	30.49	30.70	29.99
3	24.67	29.50	29.85	30.03	30.23	29.56
4	24.20	29.05	29.38	29.55	29.74	29.10
5	23.87	28.70	29.02	29.18	29.36	28.75
6	24.09	28.60	28.90	29.06	29.23	28.65
7	25.77	29.26	29.55	29.70	29.87	29.30
8	27.77	31.55	31.98	32.20	32.45	31.62
9	29.82	32.38	32.90	33.17	33.48	32.46
10	31.75	33.09	33.72	34.04	34.39	33.18
11	33.46	33.67	34.37	34.72	35.10	33.77
12	34.85	34.11	34.88	35.27	35.71	34.22
13	35.86	34.47	35.25	35.65	36.10	34.59
14	36.50	34.81	35.59	35.98	36.43	34.92
15	36.72	35.30	36.07	36.46	36.91	35.41
16	36.49	35.58	36.34	36.73	37.17	35.69
17	35.66	35.76	36.53	36.92	37.35	35.87
18	34.37	35.77	36.48	36.85	37.25	35.87
19	32.85	35.62	36.32	36.67	37.08	35.72
20	31.65	35.41	36.09	36.43	36.82	35.51
21	30.45	35.12	35.77	36.10	36.47	35.22
22	29.26	34.77	35.37	35.68	36.03	34.86
23	28.07	34.35	34.91	35.20	35.53	34.44
24	26.87	33.88	34.41	34.68	34.99	33.96

جدول رقم (ح-٣): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي عند تغيير ألوان التشطيبات في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	اللون الأبيض	اللون الأحمر	اللون الأخضر	اللون الأزرق	اللون الأصفر
1	26.03	30.11	30.50	30.71	30.94	30.17
2	25.15	29.41	29.78	29.97	30.19	29.46
3	24.67	28.99	29.35	29.53	29.74	29.05
4	24.20	28.55	28.89	29.07	29.27	28.60
5	23.87	28.23	28.55	28.72	28.91	28.28
6	24.09	28.14	28.46	28.61	28.80	28.19
7	25.77	28.72	29.02	29.17	29.34	28.77
8	27.77	30.68	31.12	31.34	31.60	30.74
9	29.82	31.43	32.00	32.29	32.61	31.52
10	31.75	32.11	32.81	33.16	33.55	32.21
11	33.46	32.73	33.52	33.91	34.35	32.84
12	34.85	33.18	34.08	34.52	35.04	33.31

33.74	35.54	35.00	34.53	33.61	35.86	13
34.10	35.90	35.37	34.90	33.97	36.50	14
34.58	36.37	35.84	35.37	34.45	36.72	15
34.83	36.57	36.06	35.60	34.70	36.49	16
34.96	36.65	36.15	35.71	34.84	35.66	17
34.96	36.49	36.04	35.64	34.85	34.37	18
34.80	36.27	35.83	35.45	34.70	32.85	19
34.61	36.01	35.59	35.23	34.51	31.65	20
34.36	35.68	35.29	34.94	34.26	30.45	21
34.05	35.29	34.92	34.59	33.96	29.26	22
33.69	34.84	34.50	34.19	33.60	28.07	23
33.26	34.31	34.00	33.73	33.18	26.87	24

جدول رقم (ح-٤): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي عند تغيير ألوان التشطيبات في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	اللون الأبيض	اللون الأحمر	اللون الأخضر	اللون الأزرق	اللون الأصفر
1	26.03	31.00	31.53	31.80	32.11	31.08
2	25.15	30.26	30.74	31.00	31.29	30.33
3	24.67	29.80	30.26	30.50	30.77	29.87
4	24.20	29.33	29.76	29.99	30.24	29.39
5	23.87	28.97	29.38	29.59	29.83	29.03
6	24.09	28.85	29.24	29.44	29.66	28.91
7	25.77	29.40	29.77	29.95	30.17	29.46
8	27.77	31.50	32.00	32.26	32.55	31.58
9	29.82	32.09	32.62	32.89	33.19	32.17
10	31.75	32.65	33.21	33.50	33.82	32.74
11	33.46	33.22	33.82	34.13	34.47	33.31
12	34.85	33.71	34.39	34.73	35.13	33.81
13	35.86	34.25	34.96	35.32	35.73	34.35
14	36.50	34.86	35.61	35.99	36.43	34.97
15	36.72	35.67	36.47	36.88	37.34	35.78
16	36.49	36.26	37.11	37.54	38.05	36.38
17	35.66	36.69	37.62	38.12	38.70	36.82
18	34.37	36.73	37.72	38.26	38.88	36.87
19	32.85	36.41	37.46	38.02	38.67	36.55
20	31.65	36.12	37.14	37.69	38.31	36.26
21	30.45	35.78	36.72	37.22	37.80	35.91
22	29.26	35.39	36.24	36.69	37.21	35.50
23	28.07	34.93	35.70	36.11	36.57	35.04
24	26.87	34.41	35.12	35.49	35.92	34.51

ملحق (ط) - درجات الحرارة الداخلية والخارجية للنموذج السكني عند إضافة أو إزالة البلكونات  
جدول رقم (ط-١): درجات الحرارة لصالة المعيشة ذات التوجيه الشمالي الجنوبي عند إضافة أو إزالة البلكونة منها في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	صالة شمالية جنوبية (إضافة البلكونة)	صالة شمالية جنوبية (إزالة البلكونة)
1	26.03	31	31.16
2	25.15	30.18	30.34
3	24.67	29.71	29.88
4	24.20	29.23	29.41

29.05	28.87	23.87	5
28.96	28.78	24.09	6
29.59	29.43	25.77	7
32.25	31.96	27.77	8
33.01	32.72	29.82	9
33.57	33.32	31.75	10
34.1	33.89	33.46	11
34.61	34.41	34.85	12
35.08	34.92	35.86	13
35.56	35.43	36.50	14
36.23	36.11	36.72	15
36.7	36.58	36.49	16
37	36.94	35.66	17
36.95	36.9	34.37	18
36.95	36.83	32.85	19
36.74	36.6	31.65	20
36.44	36.28	30.45	21
36.08	35.9	29.26	22
35.68	35.46	28.07	23
35.22	34.97	26.87	24

جدول رقم (ط-٢): درجات الحرارة لصالة المعيشة ذات التوجيه الغربي الشرقي عند إضافة أو إزالة  
البلكونة منها في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	صالة غربية شرقية (إضافة البلكونة)	صالة غربية شرقية (إزالة البلكونة)
1	26.03	31.32	31.48
2	25.15	30.51	30.67
3	24.67	30.05	30.22
4	24.20	29.57	29.75
5	23.87	29.23	29.41
6	24.09	29.13	29.31
7	25.77	29.8	29.96
8	27.77	32.53	32.82
9	29.82	33.38	33.67
10	31.75	34.02	34.27
11	33.46	34.6	34.81
12	34.85	35.15	35.35
13	35.86	35.65	35.81
14	36.50	36.16	36.29
15	36.72	36.84	36.96
16	36.49	37.29	37.41
17	35.66	37.65	37.71
18	34.37	37.54	37.59
19	32.85	37.16	37.28
20	31.65	36.86	37
21	30.45	36.55	36.71
22	29.26	36.2	36.38
23	28.07	35.78	36
24	26.87	35.33	35.58

ملحق (ي) - درجات الحرارة الداخلية والخارجية لمعالجات مختلفة للشبابيك  
جدول رقم (ي-١): درجات الحرارة عند تغيير ارتفاع الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي  
في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	١,٠٠	١,٢٠	١,٤٠	١,٦٠
1	26.03	30.33	30.37	30.41	30.44
2	25.15	29.62	29.66	29.7	29.73
3	24.67	29.2	29.24	29.27	29.31
4	24.20	28.76	28.79	28.83	28.86
5	23.87	28.43	28.46	28.49	28.52
6	24.09	28.34	28.37	28.4	28.43
7	25.77	28.94	28.97	29.01	29.05
8	27.77	30.99	31.05	31.1	31.16
9	29.82	31.77	31.83	31.9	31.97
10	31.75	32.46	32.54	32.62	32.7
11	33.46	33.08	33.17	33.26	33.35
12	34.85	33.52	33.62	33.72	33.81
13	35.86	33.93	34.04	34.15	34.25
14	36.50	34.28	34.4	34.51	34.62
15	36.72	34.76	34.88	35	35.11
16	36.49	35.03	35.15	35.27	35.38
17	35.66	35.21	35.33	35.45	35.57
18	34.37	35.25	35.36	35.48	35.59
19	32.85	35.07	35.16	35.26	35.35
20	31.65	34.87	34.95	35.04	35.12
21	30.45	34.61	34.69	34.76	34.83
22	29.26	34.3	34.36	34.43	34.49
23	28.07	33.93	33.99	34.04	34.09
24	26.87	33.5	33.54	33.58	33.62

جدول رقم (ي-٢): درجات الحرارة عند تغيير ارتفاع الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي  
في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	١,٠٠	١,٢٠	١,٤٠	١,٦٠
1	26.03	30.70	30.66	30.74	30.82
2	25.15	29.99	29.94	30.02	30.09
3	24.67	29.55	29.50	29.58	29.65
4	24.20	29.10	29.05	29.11	29.18
5	23.87	28.76	28.70	28.77	28.83
6	24.09	28.66	28.60	28.67	28.73
7	25.77	29.29	29.26	29.34	29.42
8	27.77	31.54	31.55	31.70	31.84
9	29.82	32.35	32.38	32.55	32.72
10	31.75	33.06	33.09	33.27	33.45
11	33.46	33.65	33.67	33.85	34.02
12	34.85	34.09	34.11	34.29	34.48
13	35.86	34.46	34.47	34.66	34.84
14	36.50	34.81	34.81	34.99	35.17
15	36.72	35.30	35.30	35.48	35.66
16	36.49	35.58	35.58	35.76	35.94
17	35.66	35.76	35.76	35.95	36.12
18	34.37	35.77	35.77	35.94	36.10
19	32.85	35.63	35.62	35.77	35.92

35.68	35.55	35.41	35.42	31.65	20
35.37	35.25	35.12	35.15	30.45	21
34.99	34.88	34.77	34.80	29.26	22
34.54	34.45	34.35	34.40	28.07	23
34.05	33.96	33.88	33.93	26.87	24

جدول رقم (ي-٣): درجات الحرارة عند تغيير ارتفاع الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	١,٠٠	١,٢٠	١,٤٠	١,٦٠
1	26.03	30.33	30.37	30.4	30.44
2	25.15	29.62	29.65	29.69	29.72
3	24.67	29.2	29.23	29.26	29.29
4	24.20	28.75	28.78	28.81	28.84
5	23.87	28.42	28.45	28.47	28.5
6	24.09	28.33	28.36	28.39	28.41
7	25.77	28.91	28.94	28.98	29.01
8	27.77	30.92	30.97	31.03	31.08
9	29.82	31.69	31.76	31.82	31.89
10	31.75	32.41	32.49	32.58	32.65
11	33.46	33.08	33.18	33.28	33.37
12	34.85	33.61	33.73	33.84	33.96
13	35.86	34.07	34.2	34.32	34.44
14	36.50	34.45	34.58	34.7	34.83
15	36.72	34.93	35.06	35.18	35.3
16	36.49	35.17	35.29	35.41	35.53
17	35.66	35.3	35.42	35.53	35.65
18	34.37	35.28	35.38	35.48	35.58
19	32.85	35.1	35.19	35.27	35.36
20	31.65	34.89	34.97	35.04	35.12
21	30.45	34.62	34.69	34.76	34.82
22	29.26	34.3	34.36	34.42	34.47
23	28.07	33.92	33.97	34.02	34.06
24	26.87	33.48	33.52	33.55	33.58

جدول رقم (ي-٤): درجات الحرارة عند تغيير ارتفاع الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	١,٠٠	١,٢٠	١,٤٠	١,٦٠
1	26.03	30.96	31.00	31.12	31.24
2	25.15	30.22	30.26	30.37	30.48
3	24.67	29.77	29.80	29.91	30.02
4	24.20	29.30	29.33	29.43	29.53
5	23.87	28.95	28.97	29.07	29.17
6	24.09	28.83	28.85	28.95	29.04
7	25.77	29.38	29.40	29.50	29.59
8	27.77	31.46	31.50	31.63	31.75
9	29.82	32.05	32.09	32.22	32.35
10	31.75	32.60	32.65	32.79	32.92
11	33.46	33.16	33.22	33.37	33.51
12	34.85	33.64	33.71	33.89	34.06
13	35.86	34.16	34.25	34.45	34.65
14	36.50	34.74	34.86	35.10	35.33

36.20	35.94	35.67	35.51	36.72	15
36.86	36.56	36.26	36.07	36.49	16
37.34	37.02	36.69	36.48	35.66	17
37.34	37.04	36.73	36.54	34.37	18
36.89	36.65	36.41	36.27	32.85	19
36.55	36.34	36.12	36.01	31.65	20
36.17	35.98	35.78	35.69	30.45	21
35.73	35.56	35.39	35.31	29.26	22
35.22	35.08	34.93	34.87	28.07	23
34.67	34.54	34.41	34.37	26.87	24

جدول رقم (ي-٥): درجات الحرارة عند تغيير عرض الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	١,٠٠م	١,٤٠م	١,٨٠م	٢,٢٠م
1	26.03	30.34	30.40	30.45	30.51
2	25.15	29.63	29.69	29.74	29.79
3	24.67	29.21	29.26	29.31	29.36
4	24.20	28.77	28.82	28.86	28.90
5	23.87	28.44	28.48	28.53	28.57
6	24.09	28.35	28.40	28.44	28.48
7	25.77	28.94	29.00	29.06	29.12
8	27.77	31.00	31.09	31.19	31.28
9	29.82	31.78	31.89	32.00	32.11
10	31.75	32.47	32.61	32.75	32.88
11	33.46	33.09	33.24	33.40	33.55
12	34.85	33.53	33.70	33.87	34.04
13	35.86	33.94	34.13	34.32	34.50
14	36.50	34.29	34.50	34.69	34.88
15	36.72	34.78	34.98	35.18	35.38
16	36.49	35.04	35.25	35.45	35.65
17	35.66	35.23	35.44	35.64	35.85
18	34.37	35.26	35.46	35.65	35.84
19	32.85	35.08	35.24	35.40	35.54
20	31.65	34.89	35.02	35.15	35.28
21	30.45	34.63	34.74	34.86	34.96
22	29.26	34.31	34.41	34.51	34.59
23	28.07	33.95	34.02	34.10	34.16
24	26.87	33.51	33.57	33.62	33.66

جدول رقم (ي-٦): درجات الحرارة عند تغيير عرض الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	١,٠٠م	١,٤٠م	١,٨٠م	٢,٢٠م
1	26.03	30.59	30.73	30.86	30.99
2	25.15	29.88	30.00	30.13	30.25
3	24.67	29.44	29.56	29.68	29.80
4	24.20	28.99	29.10	29.21	29.32
5	23.87	28.65	28.76	28.86	28.97
6	24.09	28.55	28.66	28.76	28.86
7	25.77	29.18	29.33	29.47	29.61

32.22	31.95	31.68	31.41	27.77	8
33.15	32.85	32.54	32.22	29.82	9
33.90	33.58	33.26	32.92	31.75	10
34.47	34.16	33.84	33.50	33.46	11
34.94	34.61	34.28	33.94	34.85	12
35.29	34.97	34.64	34.30	35.86	13
35.62	35.30	34.98	34.64	36.50	14
36.11	35.79	35.46	35.13	36.72	15
36.38	36.07	35.74	35.41	36.49	16
36.56	36.25	35.93	35.60	35.66	17
36.50	36.21	35.92	35.62	34.37	18
36.27	36.02	35.75	35.48	32.85	19
36.00	35.77	35.53	35.28	31.65	20
35.64	35.45	35.23	35.01	30.45	21
35.22	35.05	34.87	34.67	29.26	22
34.75	34.60	34.44	34.27	28.07	23
34.23	34.09	33.95	33.81	26.87	24

جدول رقم (ي-٧): درجات الحرارة عند تغيير عرض الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	١,٠٠م	١,٤٠م	١,٨٠م	٢,٢٠م
1	26.03	30.34	30.40	30.45	30.51
2	25.15	29.63	29.68	29.74	29.79
3	24.67	29.20	29.26	29.31	29.35
4	24.20	28.76	28.81	28.85	28.90
5	23.87	28.42	28.47	28.52	28.56
6	24.09	28.33	28.38	28.43	28.47
7	25.77	28.91	28.97	29.03	29.08
8	27.77	30.93	31.02	31.11	31.21
9	29.82	31.70	31.82	31.93	32.05
10	31.75	32.42	32.57	32.72	32.86
11	33.46	33.09	33.27	33.45	33.62
12	34.85	33.62	33.83	34.05	34.26
13	35.86	34.08	34.31	34.54	34.76
14	36.50	34.46	34.69	34.93	35.15
15	36.72	34.94	35.17	35.40	35.62
16	36.49	35.18	35.40	35.63	35.84
17	35.66	35.31	35.52	35.73	35.94
18	34.37	35.28	35.47	35.66	35.83
19	32.85	35.11	35.27	35.42	35.57
20	31.65	34.89	35.03	35.17	35.30
21	30.45	34.63	34.75	34.87	34.98
22	29.26	34.31	34.41	34.51	34.60
23	28.07	33.93	34.01	34.08	34.15
24	26.87	33.49	33.55	33.60	33.64

جدول رقم (ي-٨): درجات الحرارة عند تغيير عرض الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	١٠,٠٠م	١٤,٠٠م	١٨,٠٠م	٢٠,٢٠م
1	26.03	30.91	31.10	31.28	31.47
2	25.15	30.16	30.35	30.52	30.69
3	24.67	29.72	29.89	30.05	30.22
4	24.20	29.25	29.41	29.57	29.72
5	23.87	28.89	29.04	29.19	29.34
6	24.09	28.78	28.93	29.07	29.21
7	25.77	29.32	29.48	29.62	29.77
8	27.77	31.39	31.60	31.80	32.00
9	29.82	31.98	32.20	32.41	32.61
10	31.75	32.54	32.76	32.98	33.20
11	33.46	33.09	33.34	33.58	33.82
12	34.85	33.56	33.86	34.15	34.43
13	35.86	34.07	34.42	34.76	35.09
14	36.50	34.65	35.06	35.47	35.86
15	36.72	35.42	35.90	36.37	36.83
16	36.49	35.99	36.53	37.06	37.57
17	35.66	36.40	36.98	37.55	38.11
18	34.37	36.46	37.00	37.53	38.04
19	32.85	36.20	36.62	37.02	37.41
20	31.65	35.94	36.30	36.65	36.98
21	30.45	35.61	35.94	36.25	36.53
22	29.26	35.24	35.53	35.79	36.03
23	28.07	34.81	35.05	35.27	35.47
24	26.87	34.30	34.51	34.71	34.91

جدول رقم (ي-٩): درجات الحرارة عند تغيير موقع الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	علي الجانب الأيسر	علي الجانب الأيمن	منتصف الفراغ
1	10.80	30.20	30.20	30.20
2	9.91	29.49	29.49	29.49
3	9.04	29.07	29.07	29.07
4	8.59	28.62	28.62	28.62
5	8.13	28.28	28.28	28.28
6	7.83	28.20	28.20	28.20
7	7.85	28.81	28.81	28.81
8	9.68	30.83	30.83	30.83
9	12.23	31.61	31.61	31.61
10	14.88	32.32	32.32	32.32
11	17.28	32.96	32.96	32.96
12	19.26	33.40	33.40	33.40
13	20.62	33.83	33.83	33.83
14	21.39	34.19	34.19	34.19
15	21.52	34.67	34.67	34.67
16	20.80	34.94	34.94	34.94
17	19.26	35.13	35.13	35.13
18	17.64	35.16	35.16	35.16
19	16.65	34.97	34.97	34.97

34.76	34.76	34.76	15.65	20
34.49	34.49	34.49	14.65	21
34.16	34.16	34.16	13.66	22
33.78	33.78	33.78	12.66	23
33.32	33.32	33.32	11.67	24

جدول رقم (ي-١٠): درجات الحرارة عند تغيير موقع الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	علي الجانب الأيسر	علي الجانب الأيمن	منتصف الفراغ
1	10.80	30.70	30.70	30.70
2	9.91	29.99	29.99	29.99
3	9.04	29.55	29.55	29.55
4	8.59	29.10	29.10	29.10
5	8.13	28.76	28.76	28.76
6	7.83	28.66	28.66	28.66
7	7.85	29.29	29.29	29.29
8	9.68	31.54	31.54	31.54
9	12.23	32.35	32.35	32.35
10	14.88	33.06	33.06	33.06
11	17.28	33.65	33.65	33.65
12	19.26	34.09	34.09	34.09
13	20.62	34.46	34.46	34.46
14	21.39	34.81	34.81	34.81
15	21.52	35.30	35.30	35.30
16	20.80	35.58	35.58	35.58
17	19.26	35.76	35.76	35.76
18	17.64	35.77	35.77	35.77
19	16.65	35.63	35.63	35.63
20	15.65	35.42	35.42	35.42
21	14.65	35.15	35.15	35.15
22	13.66	34.80	34.80	34.80
23	12.66	34.40	34.40	34.40
24	11.67	33.93	33.93	33.93

جدول رقم (ي-١١): درجات الحرارة عند تغيير موقع الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	علي الجانب الأيسر	علي الجانب الأيمن	منتصف الفراغ
1	10.80	30.21	30.21	30.21
2	9.91	29.49	29.49	29.49
3	9.04	29.06	29.06	29.06
4	8.59	28.61	28.61	28.61
5	8.13	28.27	28.27	28.27
6	7.83	28.18	28.18	28.18
7	7.85	28.78	28.78	28.78
8	9.68	30.76	30.76	30.76
9	12.23	31.54	31.54	31.54
10	14.88	32.28	32.28	32.28
11	17.28	32.98	32.98	32.98
12	19.26	33.52	33.52	33.52
13	20.62	33.99	33.99	33.99
14	21.39	34.38	34.38	34.38

34.86	34.86	34.86	21.52	15
35.10	35.10	35.10	20.80	16
35.22	35.22	35.22	19.26	17
35.20	35.20	35.20	17.64	18
35.00	35.00	35.00	16.65	19
34.78	34.78	34.78	15.65	20
34.50	34.50	34.50	14.65	21
34.16	34.16	34.16	13.66	22
33.77	33.77	33.77	12.66	23
33.31	33.31	33.31	11.67	24

جدول رقم (ي-١٢): درجات الحرارة عند تغيير موقع الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	علي الجانب الأيسر	علي الجانب الأيمن	منتصف الفراغ
1	10.80	30.96	30.96	30.96
2	9.91	30.22	30.22	30.22
3	9.04	29.77	29.77	29.77
4	8.59	29.3	29.3	29.3
5	8.13	28.95	28.95	28.95
6	7.83	28.83	28.83	28.83
7	7.85	29.38	29.38	29.38
8	9.68	31.46	31.46	31.46
9	12.23	32.05	32.05	32.05
10	14.88	32.6	32.6	32.6
11	17.28	33.16	33.16	33.16
12	19.26	33.64	33.64	33.64
13	20.62	34.16	34.16	34.16
14	21.39	34.74	34.74	34.74
15	21.52	35.51	35.51	35.51
16	20.80	36.07	36.07	36.07
17	19.26	36.48	36.48	36.48
18	17.64	36.54	36.54	36.54
19	16.65	36.27	36.27	36.27
20	15.65	36.01	36.01	36.01
21	14.65	35.69	35.69	35.69
22	13.66	35.31	35.31	35.31
23	12.66	34.87	34.87	34.87
24	11.67	34.37	34.37	34.37

جدول رقم (ي-١٣): درجات الحرارة عند تغيير ارتفاع جلسة الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	٠٠,٢٠م	٠٠,٦٠م	٠٠,٠٠م	٠١,٤٠م
1	26.03	30.37	30.37	30.37	30.37
2	25.15	29.66	29.66	29.66	29.66
3	24.67	29.24	29.24	29.24	29.24
4	24.20	28.79	28.79	28.79	28.79
5	23.87	28.46	28.46	28.46	28.46
6	24.09	28.37	28.37	28.37	28.37
7	25.77	28.97	28.97	28.97	28.97
8	27.77	31.05	31.05	31.05	31.05
9	29.82	31.83	31.83	31.83	31.83

32.54	32.54	32.54	32.54	31.75	10
33.17	33.17	33.17	33.17	33.46	11
33.62	33.62	33.62	33.62	34.85	12
34.04	34.04	34.04	34.04	35.86	13
34.40	34.40	34.40	34.40	36.50	14
34.88	34.88	34.88	34.88	36.72	15
35.15	35.15	35.15	35.15	36.49	16
35.33	35.33	35.33	35.33	35.66	17
35.36	35.36	35.36	35.36	34.37	18
35.16	35.16	35.16	35.16	32.85	19
34.95	34.95	34.95	34.95	31.65	20
34.69	34.69	34.69	34.69	30.45	21
34.36	34.36	34.36	34.36	29.26	22
33.99	33.99	33.99	33.99	28.07	23
33.54	33.54	33.54	33.54	26.87	24

جدول رقم (ي-١٤): درجات الحرارة عند تغيير ارتفاع جلسة الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	٠٠,٢٠م	٠٠,٦٠م	٠١,٠٠م	٠١,٤٠م
1	26.03	30.70	30.70	30.70	30.70
2	25.15	29.99	29.99	29.99	29.99
3	24.67	29.55	29.55	29.55	29.55
4	24.20	29.10	29.10	29.10	29.10
5	23.87	28.76	28.76	28.76	28.76
6	24.09	28.66	28.66	28.66	28.66
7	25.77	29.29	29.29	29.29	29.29
8	27.77	31.54	31.54	31.54	31.54
9	29.82	32.35	32.35	32.35	32.35
10	31.75	33.06	33.06	33.06	33.06
11	33.46	33.65	33.65	33.65	33.65
12	34.85	34.09	34.09	34.09	34.09
13	35.86	34.46	34.46	34.46	34.46
14	36.50	34.81	34.81	34.81	34.81
15	36.72	35.30	35.30	35.30	35.30
16	36.49	35.58	35.58	35.58	35.58
17	35.66	35.76	35.76	35.76	35.76
18	34.37	35.77	35.77	35.77	35.77
19	32.85	35.63	35.63	35.63	35.63
20	31.65	35.42	35.42	35.42	35.42
21	30.45	35.15	35.15	35.15	35.15
22	29.26	34.80	34.80	34.80	34.80
23	28.07	34.40	34.40	34.40	34.40
24	26.87	33.93	33.93	33.93	33.93

جدول رقم (ي-١٥): درجات الحرارة عند تغيير ارتفاع جلسة الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	٠٠,٢٠م	٠٠,٦٠م	٠١,٠٠م	٠١,٤٠م
1	26.03	30.37	30.37	30.37	30.37
2	25.15	29.65	29.65	29.65	29.65
3	24.67	29.23	29.23	29.23	29.23
4	24.20	28.78	28.78	28.78	28.78

28.45	28.45	28.45	28.45	23.87	5
28.36	28.36	28.36	28.36	24.09	6
28.94	28.94	28.94	28.94	25.77	7
30.97	30.97	30.97	30.97	27.77	8
31.76	31.76	31.76	31.76	29.82	9
32.49	32.49	32.49	32.49	31.75	10
33.18	33.18	33.18	33.18	33.46	11
33.73	33.73	33.73	33.73	34.85	12
34.20	34.20	34.20	34.20	35.86	13
34.58	34.58	34.58	34.58	36.50	14
35.06	35.06	35.06	35.06	36.72	15
35.29	35.29	35.29	35.29	36.49	16
35.42	35.42	35.42	35.42	35.66	17
35.38	35.38	35.38	35.38	34.37	18
35.19	35.19	35.19	35.19	32.85	19
34.97	34.97	34.97	34.97	31.65	20
34.69	34.69	34.69	34.69	30.45	21
34.36	34.36	34.36	34.36	29.26	22
33.97	33.97	33.97	33.97	28.07	23
33.52	33.52	33.52	33.52	26.87	24

جدول رقم (ي-١٦): درجات الحرارة عند تغيير ارتفاع جلسة الشباك بغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	٠٠,٢٠م	٠٠,٦٠م	٠٠,٠٠م	٠٠,٤٠م
1	26.03	30.96	30.96	30.96	30.96
2	25.15	30.22	30.22	30.22	30.22
3	24.67	29.77	29.77	29.77	29.77
4	24.20	29.3	29.3	29.3	29.3
5	23.87	28.95	28.95	28.95	28.95
6	24.09	28.83	28.83	28.83	28.83
7	25.77	29.38	29.38	29.38	29.38
8	27.77	31.46	31.46	31.46	31.46
9	29.82	32.05	32.05	32.05	32.05
10	31.75	32.6	32.6	32.6	32.6
11	33.46	33.16	33.16	33.16	33.16
12	34.85	33.64	33.64	33.64	33.64
13	35.86	34.16	34.16	34.16	34.16
14	36.50	34.74	34.74	34.74	34.74
15	36.72	35.51	35.51	35.51	35.51
16	36.49	36.07	36.07	36.07	36.07
17	35.66	36.48	36.48	36.48	36.48
18	34.37	36.54	36.54	36.54	36.54
19	32.85	36.27	36.27	36.27	36.27
20	31.65	36.01	36.01	36.01	36.01
21	30.45	35.69	35.69	35.69	35.69
22	29.26	35.31	35.31	35.31	35.31
23	28.07	34.87	34.87	34.87	34.87
24	26.87	34.37	34.37	34.37	34.37

جدول رقم (ي-١٧): درجات الحرارة عند تغيير نوع الزجاج بشباك غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي في الفترة الحارة

G <sub>0.88</sub>	G <sub>0.63</sub>	G <sub>0.55</sub>	G <sub>0.19</sub>	G <sub>0.08</sub>	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الساعة
30.39	30.37	30.27	30.13	30.06	26.03	1
29.68	29.66	29.56	29.43	29.36	25.15	2
29.26	29.24	29.14	29.02	28.95	24.67	3
28.81	28.79	28.70	28.58	28.52	24.20	4
28.47	28.46	28.36	28.25	28.19	23.87	5
28.39	28.37	28.28	28.17	28.12	24.09	6
28.99	28.97	28.89	28.79	28.74	25.77	7
31.05	31.05	30.95	30.83	30.76	27.77	8
31.84	31.83	31.74	31.61	31.53	29.82	9
32.57	32.54	32.44	32.28	32.19	31.75	10
33.21	33.17	33.06	32.89	32.79	33.46	11
33.67	33.62	33.49	33.30	33.19	34.85	12
34.10	34.04	33.91	33.72	33.59	35.86	13
34.46	34.40	34.27	34.06	33.93	36.50	14
34.96	34.88	34.75	34.52	34.39	36.72	15
35.23	35.15	35.02	34.79	34.64	36.49	16
35.42	35.33	35.20	34.97	34.81	35.66	17
35.46	35.36	35.24	35.01	34.85	34.37	18
35.24	35.16	35.02	34.78	34.64	32.85	19
35.02	34.95	34.81	34.58	34.45	31.65	20
34.74	34.69	34.54	34.32	34.20	30.45	21
34.41	34.36	34.22	34.01	33.89	29.26	22
34.01	33.99	33.84	33.65	33.54	28.07	23
33.55	33.54	33.39	33.22	33.12	26.87	24

جدول رقم (ي-١٨): درجات الحرارة عند تغيير نوع الزجاج بشباك غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي في الفترة الحارة

G <sub>0.88</sub>	G <sub>0.63</sub>	G <sub>0.55</sub>	G <sub>0.19</sub>	G <sub>0.08</sub>	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الساعة
30.81	30.70	30.57	30.30	30.14	26.03	1
30.09	29.99	29.85	29.59	29.44	25.15	2
29.65	29.55	29.43	29.17	29.03	24.67	3
29.19	29.10	28.98	28.73	28.59	24.20	4
28.84	28.76	28.63	28.40	28.26	23.87	5
28.74	28.66	28.54	28.31	28.19	24.09	6
29.38	29.29	29.19	29.01	28.86	25.77	7
31.66	31.54	31.46	31.35	31.08	27.77	8
32.47	32.35	32.30	32.19	31.88	29.82	9
33.20	33.06	32.98	32.75	32.44	31.75	10
33.82	33.65	33.52	33.18	32.89	33.46	11
34.30	34.09	33.93	33.51	33.22	34.85	12
34.67	34.46	34.29	33.85	33.56	35.86	13
35.02	34.81	34.63	34.17	33.89	36.50	14
35.51	35.30	35.11	34.65	34.36	36.72	15
35.79	35.58	35.39	34.92	34.62	36.49	16
35.98	35.76	35.57	35.09	34.80	35.66	17
35.97	35.77	35.59	35.13	34.85	34.37	18
35.82	35.63	35.44	35.00	34.72	32.85	19

35.60	35.42	35.24	34.81	34.55	31.65	20
35.30	35.15	34.96	34.55	34.30	30.45	21
34.94	34.80	34.62	34.24	33.99	29.26	22
34.52	34.40	34.21	33.86	33.63	28.07	23
34.05	33.93	33.75	33.42	33.21	26.87	24

جدول رقم (ي-١٩): درجات الحرارة عند تغيير نوع الزجاج بشباك غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي في الفترة الحارة

G <sub>0.88</sub>	G <sub>0.63</sub>	G <sub>0.55</sub>	G <sub>0.19</sub>	G <sub>0.08</sub>	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الساعة
30.39	30.37	30.26	30.11	30.03	26.03	1
29.68	29.65	29.55	29.41	29.33	25.15	2
29.25	29.23	29.13	28.99	28.92	24.67	3
28.80	28.78	28.68	28.55	28.48	24.20	4
28.46	28.45	28.34	28.21	28.16	23.87	5
28.37	28.36	28.26	28.14	28.08	24.09	6
28.95	28.94	28.85	28.74	28.69	25.77	7
30.98	30.97	30.86	30.73	30.66	27.77	8
31.76	31.76	31.65	31.51	31.44	29.82	9
32.52	32.49	32.39	32.24	32.13	31.75	10
33.23	33.18	33.07	32.91	32.78	33.46	11
33.80	33.73	33.61	33.42	33.27	34.85	12
34.28	34.20	34.07	33.86	33.69	35.86	13
34.67	34.58	34.44	34.20	34.03	36.50	14
35.16	35.06	34.91	34.64	34.47	36.72	15
35.40	35.29	35.14	34.86	34.68	36.49	16
35.53	35.42	35.27	34.97	34.80	35.66	17
35.48	35.38	35.23	34.95	34.80	34.37	18
35.27	35.19	35.03	34.76	34.62	32.85	19
35.04	34.97	34.81	34.55	34.41	31.65	20
34.75	34.69	34.53	34.29	34.16	30.45	21
34.40	34.36	34.20	33.97	33.85	29.26	22
34.00	33.97	33.81	33.60	33.48	28.07	23
33.53	33.52	33.36	33.17	33.06	26.87	24

جدول رقم (ي-٢٠): درجات الحرارة عند تغيير نوع الزجاج بشباك غرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي في الفترة الحارة

G <sub>0.88</sub>	G <sub>0.63</sub>	G <sub>0.55</sub>	G <sub>0.19</sub>	G <sub>0.08</sub>	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الساعة
31.11	30.96	30.83	30.52	30.33	26.03	1
30.36	30.22	30.09	29.79	29.61	25.15	2
29.90	29.77	29.65	29.36	29.19	24.67	3
29.43	29.30	29.18	28.90	28.74	24.20	4
29.06	28.95	28.83	28.55	28.40	23.87	5
28.94	28.83	28.72	28.46	28.31	24.09	6
29.48	29.38	29.27	29.03	28.89	25.77	7
31.58	31.46	31.32	31.03	30.85	27.77	8
32.16	32.05	31.92	31.64	31.47	29.82	9
32.72	32.60	32.48	32.18	32.01	31.75	10
33.30	33.16	33.03	32.71	32.52	33.46	11
33.80	33.64	33.50	33.16	32.93	34.85	12
34.33	34.16	34.03	33.71	33.44	35.86	13
34.93	34.74	34.64	34.34	34.01	36.50	14

35.74	35.51	35.42	35.13	34.72	36.72	15
36.34	36.07	35.99	35.67	35.19	36.49	16
36.79	36.48	36.39	36.01	35.48	35.66	17
36.86	36.54	36.41	35.96	35.48	34.37	18
36.56	36.27	36.08	35.54	35.17	32.85	19
36.27	36.01	35.82	35.30	34.97	31.65	20
35.92	35.69	35.50	35.00	34.69	30.45	21
35.52	35.31	35.12	34.66	34.36	29.26	22
35.05	34.87	34.69	34.26	33.98	28.07	23
34.52	34.37	34.19	33.80	33.54	26.87	24

ملحق (ك) - درجات الحرارة الداخلية والخارجية للنموذج السكني عند تغيير وسائل التظليل وبروزاتها  
جدول رقم (ك-١): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي لأنواع وسائل التظليل  
المختلفة في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	مظلة أفقية	سلاح رأسي	وسيلة تظليل مركبة
1	26.03	30.37	29.84	29.07	30.21
2	25.15	29.65	29.14	28.37	29.5
3	24.67	29.23	28.72	27.95	29.08
4	24.20	28.78	28.27	27.5	28.64
5	23.87	28.45	27.94	27.17	28.31
6	24.09	28.36	27.85	27.09	28.22
7	25.77	28.94	28.45	27.68	28.82
8	27.77	30.97	30.51	29.74	30.87
9	29.82	31.76	31.3	30.53	31.66
10	31.75	32.49	32.01	31.23	32.36
11	33.46	33.18	32.63	31.86	32.98
12	34.85	33.73	33.08	32.3	33.42
13	35.86	34.2	33.5	32.72	33.84
14	36.50	34.58	33.85	33.07	34.19
15	36.72	35.06	34.33	33.55	34.67
16	36.49	35.29	34.6	33.81	34.93
17	35.66	35.42	34.78	33.98	35.1
18	34.37	35.38	34.81	34.01	35.13
19	32.85	35.19	34.62	33.83	34.95
20	31.65	34.97	34.41	33.63	34.75
21	30.45	34.69	34.15	33.36	34.49
22	29.26	34.36	33.83	33.05	34.17
23	28.07	33.97	33.45	32.67	33.8
24	26.87	33.52	33.01	32.23	33.36

جدول رقم (ك-٢): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي لأنواع وسائل التظليل  
المختلفة في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	مظلة أفقية	سلاح رأسي	وسيلة تظليل مركبة
1	26.03	30.66	29.61	29.13	30.49
2	25.15	29.94	28.89	28.41	29.77
3	24.67	29.5	28.46	27.98	29.34
4	24.20	29.05	28	27.52	28.88
5	23.87	28.7	27.66	27.18	28.54
6	24.09	28.6	27.56	27.08	28.44
7	25.77	29.26	28.21	27.73	29.09

31.35	30.01	30.48	31.55	27.77	8
32.16	30.84	31.29	32.38	29.82	9
32.85	31.55	31.99	33.09	31.75	10
33.42	32.12	32.56	33.67	33.46	11
33.86	32.55	33.01	34.11	34.85	12
34.23	32.92	33.38	34.47	35.86	13
34.57	33.26	33.72	34.81	36.50	14
35.06	33.75	34.21	35.3	36.72	15
35.34	34.03	34.48	35.58	36.49	16
35.53	34.21	34.67	35.76	35.66	17
35.54	34.22	34.68	35.77	34.37	18
35.39	34.07	34.53	35.62	32.85	19
35.19	33.86	34.33	35.41	31.65	20
34.91	33.58	34.05	35.12	30.45	21
34.57	33.23	33.7	34.77	29.26	22
34.16	32.82	33.29	34.35	28.07	23
33.69	32.34	32.82	33.88	26.87	24

جدول رقم (ك-٣): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي لأنواع وسائل التظليل المختلفة في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	مظلة أفقية	سلاح رأسي	وسيلة تظليل مركبة
1	26.03	30.37	29.84	30.08	29.31
2	25.15	29.65	29.13	29.37	28.6
3	24.67	29.23	28.7	28.95	28.18
4	24.20	28.78	28.26	28.5	27.73
5	23.87	28.45	27.92	28.17	27.4
6	24.09	28.36	27.83	28.08	27.31
7	25.77	28.94	28.42	28.66	27.9
8	27.77	30.97	30.44	30.68	29.91
9	29.82	31.76	31.22	31.46	30.69
10	31.75	32.49	31.95	32.19	31.41
11	33.46	33.18	32.63	32.87	32.08
12	34.85	33.73	33.16	33.41	32.61
13	35.86	34.2	33.62	33.88	33.07
14	36.50	34.58	34.01	34.25	33.45
15	36.72	35.06	34.49	34.73	33.93
16	36.49	35.29	34.73	34.97	34.18
17	35.66	35.42	34.86	35.1	34.3
18	34.37	35.38	34.83	35.06	34.27
19	32.85	35.19	34.63	34.87	34.08
20	31.65	34.97	34.42	34.66	33.87
21	30.45	34.69	34.14	34.38	33.6
22	29.26	34.36	33.81	34.06	33.27
23	28.07	33.97	33.43	33.67	32.89
24	26.87	33.52	32.98	33.22	32.45

جدول رقم (ك-٤): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي لأنواع وسائل التظليل المختلفة في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	مظلة أفقية	سلاح رأسي	وسيلة تظليل مركبة
1	26.03	31.00	29.94	29.47	30.81
2	25.15	30.26	29.19	28.72	30.06

29.61	28.27	28.74	29.80	24.67	3
29.14	27.8	28.27	29.33	24.20	4
28.79	27.44	27.91	28.97	23.87	5
28.67	27.32	27.8	28.85	24.09	6
29.22	27.87	28.35	29.40	25.77	7
31.3	29.96	30.43	31.50	27.77	8
31.9	30.55	31.03	32.09	29.82	9
32.46	31.11	31.59	32.65	31.75	10
33.01	31.68	32.15	33.22	33.46	11
33.49	32.16	32.63	33.71	34.85	12
33.99	32.69	33.14	34.25	35.86	13
34.57	33.3	33.73	34.86	36.50	14
35.36	34.1	34.52	35.67	36.72	15
35.95	34.69	35.11	36.26	36.49	16
36.38	35.12	35.55	36.69	35.66	17
36.44	35.16	35.61	36.73	34.37	18
36.13	34.84	35.29	36.41	32.85	19
35.86	34.56	35.01	36.12	31.65	20
35.53	34.22	34.68	35.78	30.45	21
35.15	33.83	34.29	35.39	29.26	22
34.7	33.38	33.84	34.93	28.07	23
34.19	32.86	33.33	34.41	26.87	24

جدول رقم (ك-٥): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي عند تغيير بروتات الأسلحة الرأسية في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم	٥٠ سم	٧٥ سم	١٠٠ سم
1	26.03	30.37	30.07	29.79	29.51	29.44	29.31	29.19
2	25.15	29.66	29.37	29.08	28.8	28.74	28.61	28.49
3	24.67	29.24	28.95	28.66	28.39	28.32	28.19	28.08
4	24.20	28.79	28.5	28.22	27.95	27.88	27.75	27.64
5	23.87	28.46	28.17	27.89	27.62	27.55	27.43	27.31
6	24.09	28.37	28.09	27.81	27.53	27.47	27.34	27.23
7	25.77	28.97	28.68	28.4	28.12	28.06	27.93	27.81
8	27.77	31.05	30.74	30.44	30.16	30.09	29.96	29.83
9	29.82	31.83	31.53	31.24	30.95	30.88	30.74	30.62
10	31.75	32.54	32.23	31.94	31.65	31.57	31.43	31.3
11	33.46	33.17	32.86	32.55	32.26	32.19	32.04	31.91
12	34.85	33.62	33.3	32.99	32.7	32.62	32.47	32.33
13	35.86	34.04	33.72	33.41	33.11	33.03	32.87	32.73
14	36.50	34.40	34.07	33.76	33.46	33.37	33.22	33.07
15	36.72	34.88	34.55	34.24	33.94	33.85	33.69	33.55
16	36.49	35.15	34.81	34.49	34.19	34.1	33.94	33.79
17	35.66	35.33	34.98	34.65	34.34	34.25	34.09	33.95
18	34.37	35.36	35.01	34.67	34.36	34.27	34.11	33.97
19	32.85	35.16	34.83	34.5	34.2	34.12	33.97	33.83
20	31.65	34.95	34.63	34.31	34.01	33.93	33.78	33.64
21	30.45	34.69	34.36	34.05	33.76	33.67	33.53	33.39
22	29.26	34.36	34.05	33.74	33.44	33.37	33.22	33.09
23	28.07	33.99	33.67	33.37	33.08	33	32.86	32.73
24	26.87	33.54	33.23	32.93	32.65	32.57	32.44	32.31

جدول رقم (ك-٦): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي عند تغيير برورات الأسلحة الرأسية في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم	٥٠ سم	٧٥ سم	١٠٠ سم
1	26.03	30.66	30.38	30.11	29.84	29.57	29.28	29
2	25.15	29.94	29.66	29.39	29.12	28.85	28.56	28.29
3	24.67	29.5	29.23	28.96	28.68	28.42	28.13	27.86
4	24.20	29.05	28.77	28.5	28.23	27.96	27.68	27.4
5	23.87	28.7	28.43	28.16	27.89	27.62	27.34	27.06
6	24.09	28.6	28.33	28.06	27.79	27.52	27.24	26.97
7	25.77	29.26	28.98	28.71	28.44	28.17	27.88	27.61
8	27.77	31.55	31.26	30.98	30.69	30.42	30.12	29.83
9	29.82	32.38	32.09	31.81	31.52	31.24	30.94	30.65
10	31.75	33.09	32.8	32.51	32.22	31.94	31.63	31.33
11	33.46	33.67	33.37	33.07	32.78	32.49	32.17	31.87
12	34.85	34.11	33.8	33.5	33.2	32.92	32.59	32.28
13	35.86	34.47	34.17	33.87	33.57	33.28	32.96	32.66
14	36.50	34.81	34.51	34.21	33.91	33.62	33.31	33
15	36.72	35.3	35	34.7	34.4	34.11	33.79	33.49
16	36.49	35.58	35.28	34.98	34.68	34.39	34.07	33.77
17	35.66	35.76	35.46	35.16	34.87	34.58	34.26	33.95
18	34.37	35.77	35.47	35.17	34.88	34.59	34.28	33.97
19	32.85	35.62	35.32	35.03	34.74	34.45	34.14	33.84
20	31.65	35.41	35.11	34.82	34.53	34.25	33.94	33.65
21	30.45	35.12	34.83	34.54	34.26	33.97	33.67	33.37
22	29.26	34.77	34.48	34.19	33.91	33.63	33.33	33.04
23	28.07	34.35	34.07	33.78	33.5	33.23	32.93	32.64
24	26.87	33.88	33.59	33.31	33.04	32.76	32.47	32.18

جدول رقم (ك-٧): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي عند تغيير برورات الأسلحة الرأسية في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم	٥٠ سم	٧٥ سم	١٠٠ سم
1	26.03	30.37	30.09	29.82	29.55	29.29	29.03	28.77
2	25.15	29.65	29.38	29.11	28.84	28.58	28.32	28.06
3	24.67	29.23	28.95	28.68	28.42	28.16	27.9	27.64
4	24.20	28.78	28.51	28.24	27.97	27.72	27.45	27.19
5	23.87	28.45	28.17	27.9	27.64	27.38	27.12	26.86
6	24.09	28.36	28.08	27.82	27.55	27.3	27.03	26.77
7	25.77	28.94	28.67	28.4	28.14	27.88	27.61	27.35
8	27.77	30.97	30.69	30.42	30.15	29.89	29.62	29.36
9	29.82	31.76	31.47	31.2	30.93	30.67	30.4	30.13
10	31.75	32.49	32.2	31.92	31.65	31.39	31.12	30.85
11	33.46	33.18	32.88	32.59	32.31	32.05	31.77	31.51
12	34.85	33.73	33.41	33.11	32.83	32.56	32.28	32.01
13	35.86	34.2	33.87	33.57	33.29	33.02	32.74	32.47
14	36.50	34.58	34.26	33.95	33.67	33.4	33.12	32.85
15	36.72	35.06	34.74	34.44	34.16	33.89	33.61	33.34
16	36.49	35.29	34.98	34.69	34.41	34.14	33.86	33.58
17	35.66	35.42	35.11	34.81	34.53	34.26	33.98	33.71
18	34.37	35.38	35.08	34.78	34.5	34.24	33.96	33.68

33.5	33.77	34.05	34.32	34.59	34.88	35.19	32.85	19
33.3	33.57	33.84	34.11	34.38	34.67	34.97	31.65	20
33.03	33.3	33.57	33.84	34.11	34.39	34.69	30.45	21
32.71	32.97	33.25	33.51	33.78	34.06	34.36	29.26	22
32.33	32.6	32.87	33.13	33.4	33.68	33.97	28.07	23
31.89	32.15	32.42	32.68	32.95	33.23	33.52	26.87	24

جدول رقم (ك-٨): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي عند تغيير برورات الأسلحة الرأسية في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم	٥٠ سم	٧٥ سم	١٠٠ سم
1	26.03	31.00	30.88	30.61	30.34	30.08	29.81	29.54
2	25.15	30.26	30.06	29.79	29.52	29.26	28.99	28.73
3	24.67	29.80	29.61	29.33	29.07	28.8	28.54	28.27
4	24.20	29.33	29.13	28.86	28.59	28.33	28.06	27.8
5	23.87	28.97	28.78	28.51	28.24	27.98	27.71	27.45
6	24.09	28.85	28.69	28.42	28.15	27.89	27.63	27.36
7	25.77	29.40	29.31	29.04	28.78	28.52	28.25	27.99
8	27.77	31.50	31.97	31.69	31.42	31.15	30.88	30.61
9	29.82	32.09	32.72	32.44	32.16	31.89	31.62	31.35
10	31.75	32.65	33.27	32.99	32.71	32.44	32.16	31.88
11	33.46	33.22	33.81	33.51	33.23	32.96	32.67	32.39
12	34.85	33.71	34.31	34.01	33.73	33.45	33.16	32.88
13	35.86	34.25	34.77	34.47	34.18	33.9	33.61	33.32
14	36.50	34.86	35.25	34.94	34.65	34.37	34.08	33.79
15	36.72	35.67	35.92	35.62	35.32	35.04	34.75	34.47
16	36.49	36.26	36.39	36.08	35.79	35.51	35.21	34.93
17	35.66	36.69	36.74	36.44	36.15	35.87	35.57	35.29
18	34.37	36.73	36.77	36.47	36.18	35.9	35.61	35.33
19	32.85	36.41	36.64	36.35	36.06	35.79	35.5	35.22
20	31.65	36.12	36.44	36.14	35.86	35.59	35.3	35.02
21	30.45	35.78	36.15	35.85	35.57	35.3	35.01	34.74
22	29.26	35.39	35.79	35.5	35.22	34.95	34.66	34.39
23	28.07	34.93	35.38	35.09	34.82	34.55	34.26	33.99
24	26.87	34.41	34.93	34.65	34.37	34.1	33.82	33.55

جدول رقم (ك-٩): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي عند تغيير برورات المظلة الأفقية في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم	٥٠ سم	٧٥ سم	١٠٠ سم
1	26.03	30.37	30.24	30.12	30.01	29.89	29.87	29.86
2	25.15	29.66	29.54	29.41	29.3	29.19	29.17	29.16
3	24.67	29.24	29.12	29	28.88	28.77	28.75	28.74
4	24.20	28.79	28.67	28.55	28.44	28.33	28.31	28.3
5	23.87	28.46	28.34	28.22	28.11	28	27.98	27.97
6	24.09	28.37	28.25	28.13	28.02	27.91	27.9	27.88
7	25.77	28.97	28.85	28.73	28.61	28.5	28.48	28.47
8	27.77	31.05	30.91	30.78	30.66	30.55	30.52	30.51
9	29.82	31.83	31.7	31.58	31.46	31.34	31.32	31.3
10	31.75	32.54	32.41	32.28	32.16	32.04	32.02	32
11	33.46	33.17	33.03	32.9	32.78	32.66	32.63	32.61

33.04	33.07	33.1	33.22	33.34	33.48	33.62	34.85	12
33.45	33.48	33.51	33.63	33.76	33.9	34.04	35.86	13
33.81	33.83	33.87	33.99	34.12	34.25	34.40	36.50	14
34.29	34.31	34.35	34.47	34.6	34.73	34.88	36.72	15
34.54	34.56	34.6	34.72	34.85	35	35.15	36.49	16
34.69	34.71	34.76	34.89	35.03	35.18	35.33	35.66	17
34.73	34.76	34.81	34.93	35.07	35.21	35.36	34.37	18
34.56	34.59	34.63	34.75	34.88	35.02	35.16	32.85	19
34.37	34.39	34.43	34.55	34.68	34.81	34.95	31.65	20
34.11	34.13	34.17	34.29	34.41	34.55	34.69	30.45	21
33.8	33.82	33.85	33.97	34.09	34.23	34.36	29.26	22
33.43	33.45	33.48	33.6	33.72	33.85	33.99	28.07	23
33	33.02	33.05	33.16	33.28	33.41	33.54	26.87	24

جدول رقم (ك - ١٠): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي عند تغيير برورات المظلة الأفقية في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم	٥٠ سم	٧٥ سم	١٠٠ سم
1	26.03	30.66	30.36	30.06	29.77	29.48	29.17	28.87
2	25.15	29.94	29.64	29.34	29.05	28.77	28.46	28.16
3	24.67	29.5	29.21	28.91	28.62	28.34	28.03	27.73
4	24.20	29.05	28.75	28.46	28.17	27.88	27.58	27.29
5	23.87	28.7	28.41	28.12	27.83	27.55	27.24	26.95
6	24.09	28.6	28.31	28.02	27.73	27.45	27.15	26.86
7	25.77	29.26	28.96	28.67	28.38	28.1	27.79	27.49
8	27.77	31.55	31.23	30.9	30.59	30.28	29.93	29.59
9	29.82	32.38	32.04	31.71	31.37	31.05	30.67	30.3
10	31.75	33.09	32.74	32.38	32.03	31.69	31.3	30.96
11	33.46	33.67	33.31	32.94	32.6	32.28	31.91	31.58
12	34.85	34.11	33.76	33.41	33.07	32.75	32.38	32.04
13	35.86	34.47	34.13	33.78	33.44	33.13	32.76	32.42
14	36.50	34.81	34.47	34.12	33.79	33.47	33.1	32.76
15	36.72	35.3	34.96	34.61	34.27	33.96	33.59	33.25
16	36.49	35.58	35.23	34.89	34.55	34.23	33.86	33.52
17	35.66	35.76	35.42	35.07	34.74	34.42	34.05	33.71
18	34.37	35.77	35.43	35.09	34.77	34.45	34.09	33.75
19	32.85	35.62	35.28	34.95	34.62	34.31	33.96	33.63
20	31.65	35.41	35.08	34.75	34.43	34.12	33.77	33.44
21	30.45	35.12	34.8	34.47	34.15	33.85	33.5	33.18
22	29.26	34.77	34.45	34.13	33.82	33.51	33.17	32.85
23	28.07	34.35	34.04	33.72	33.41	33.12	32.78	32.47
24	26.87	33.88	33.57	33.26	32.95	32.66	32.33	32.02

جدول رقم (ك - ١١): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي عند تغيير برورات المظلة الأفقية في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم	٥٠ سم	٧٥ سم	١٠٠ سم
1	26.03	30.37	30.09	29.82	29.55	29.29	29.03	28.77
2	25.15	29.65	29.38	29.11	28.84	28.58	28.32	28.06
3	24.67	29.23	28.95	28.68	28.42	28.16	27.9	27.64
4	24.20	28.78	28.51	28.24	27.97	27.72	27.45	27.19

26.86	27.12	27.38	27.64	27.9	28.17	28.45	23.87	5
26.77	27.03	27.3	27.55	27.82	28.08	28.36	24.09	6
27.35	27.61	27.88	28.14	28.4	28.67	28.94	25.77	7
29.36	29.62	29.89	30.15	30.42	30.69	30.97	27.77	8
30.13	30.4	30.67	30.93	31.2	31.47	31.76	29.82	9
30.85	31.12	31.39	31.65	31.92	32.2	32.49	31.75	10
31.51	31.77	32.05	32.31	32.59	32.88	33.18	33.46	11
32.01	32.28	32.56	32.83	33.11	33.41	33.73	34.85	12
32.47	32.74	33.02	33.29	33.57	33.87	34.2	35.86	13
32.85	33.12	33.4	33.67	33.95	34.26	34.58	36.50	14
33.34	33.61	33.89	34.16	34.44	34.74	35.06	36.72	15
33.58	33.86	34.14	34.41	34.69	34.98	35.29	36.49	16
33.71	33.98	34.26	34.53	34.81	35.11	35.42	35.66	17
33.68	33.96	34.24	34.5	34.78	35.08	35.38	34.37	18
33.5	33.77	34.05	34.32	34.59	34.88	35.19	32.85	19
33.3	33.57	33.84	34.11	34.38	34.67	34.97	31.65	20
33.03	33.3	33.57	33.84	34.11	34.39	34.69	30.45	21
32.71	32.97	33.25	33.51	33.78	34.06	34.36	29.26	22
32.33	32.6	32.87	33.13	33.4	33.68	33.97	28.07	23
31.89	32.15	32.42	32.68	32.95	33.23	33.52	26.87	24

جدول رقم (ك-١٢): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي عند تغيير بروتات المظلة الأفقية في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم	٥٠ سم	٧٥ سم	١٠٠ سم
1	26.03	31.00	30.69	30.37	30.06	29.76	29.42	29.1
2	25.15	30.26	29.94	29.63	29.32	29.02	28.68	28.37
3	24.67	29.80	29.49	29.18	28.87	28.58	28.24	27.93
4	24.20	29.33	29.02	28.71	28.41	28.11	27.78	27.47
5	23.87	28.97	28.66	28.35	28.05	27.76	27.43	27.12
6	24.09	28.85	28.55	28.24	27.94	27.65	27.33	27.02
7	25.77	29.40	29.1	28.8	28.5	28.21	27.89	27.58
8	27.77	31.50	31.18	30.86	30.55	30.25	29.92	29.6
9	29.82	32.09	31.78	31.47	31.16	30.86	30.53	30.21
10	31.75	32.65	32.34	32.03	31.72	31.42	31.08	30.77
11	33.46	33.22	32.9	32.58	32.27	31.97	31.62	31.3
12	34.85	33.71	33.38	33.06	32.74	32.43	32.07	31.74
13	35.86	34.25	33.89	33.53	33.19	32.88	32.52	32.19
14	36.50	34.86	34.48	34.09	33.72	33.37	32.97	32.63
15	36.72	35.67	35.27	34.87	34.48	34.12	33.66	33.25
16	36.49	36.26	35.86	35.45	35.06	34.69	34.22	33.79
17	35.66	36.69	36.3	35.89	35.51	35.14	34.67	34.24
18	34.37	36.73	36.36	35.98	35.61	35.26	34.82	34.42
19	32.85	36.41	36.04	35.67	35.31	34.97	34.56	34.18
20	31.65	36.12	35.76	35.4	35.05	34.72	34.31	33.94
21	30.45	35.78	35.43	35.07	34.72	34.4	34	33.64
22	29.26	35.39	35.04	34.69	34.35	34.03	33.64	33.28
23	28.07	34.93	34.59	34.25	33.92	33.6	33.23	32.88
24	26.87	34.41	34.08	33.74	33.42	33.11	32.74	32.4

جدول رقم (ك-١٣): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي عند تغيير بروتات وسيلة التظليل المركبة في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم	٥٠ سم	٧٥ سم	١٠٠ سم
1	26.03	30.37	30.21	30.06	29.93	29.81	29.78	29.76
2	25.15	29.66	29.5	29.36	29.23	29.11	29.08	29.06
3	24.67	29.24	29.08	28.94	28.81	28.69	28.67	28.65
4	24.20	28.79	28.64	28.5	28.37	28.25	28.23	28.21
5	23.87	28.46	28.31	28.17	28.04	27.93	27.9	27.88
6	24.09	28.37	28.22	28.09	27.96	27.84	27.82	27.8
7	25.77	28.97	28.82	28.68	28.55	28.43	28.4	28.39
8	27.77	31.05	30.87	30.71	30.58	30.46	30.42	30.4
9	29.82	31.83	31.66	31.51	31.37	31.25	31.21	31.18
10	31.75	32.54	32.36	32.2	32.06	31.94	31.89	31.86
11	33.46	33.17	32.98	32.82	32.67	32.54	32.5	32.46
12	34.85	33.62	33.42	33.25	33.1	32.97	32.92	32.88
13	35.86	34.04	33.84	33.67	33.51	33.37	33.31	33.27
14	36.50	34.40	34.19	34.02	33.86	33.72	33.66	33.61
15	36.72	34.88	34.67	34.49	34.34	34.19	34.13	34.09
16	36.49	35.15	34.93	34.75	34.59	34.44	34.38	34.33
17	35.66	35.33	35.1	34.9	34.74	34.59	34.53	34.48
18	34.37	35.36	35.13	34.93	34.76	34.61	34.55	34.51
19	32.85	35.16	34.95	34.76	34.6	34.47	34.41	34.37
20	31.65	34.95	34.75	34.57	34.42	34.28	34.23	34.19
21	30.45	34.69	34.49	34.31	34.16	34.03	33.98	33.95
22	29.26	34.36	34.17	34	33.85	33.72	33.68	33.65
23	28.07	33.99	33.8	33.64	33.49	33.36	33.32	33.29
24	26.87	33.54	33.36	33.21	33.06	32.94	32.9	32.87

جدول رقم (ك-١٤): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي عند تغيير بروتات وسيلة التظليل المركبة في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم	٥٠ سم	٧٥ سم	١٠٠ سم
1	26.03	30.66	30.49	30.32	30.16	30.02	29.94	29.89
2	25.15	29.94	29.77	29.6	29.45	29.3	29.23	29.18
3	24.67	29.5	29.34	29.17	29.02	28.88	28.81	28.76
4	24.20	29.05	28.88	28.72	28.57	28.43	28.36	28.31
5	23.87	28.7	28.54	28.38	28.23	28.09	28.02	27.98
6	24.09	28.6	28.44	28.29	28.14	28	27.93	27.89
7	25.77	29.26	29.09	28.93	28.78	28.64	28.56	28.51
8	27.77	31.55	31.35	31.15	30.96	30.79	30.67	30.58
9	29.82	32.38	32.16	31.95	31.74	31.56	31.41	31.28
10	31.75	33.09	32.85	32.61	32.39	32.19	32.03	31.93
11	33.46	33.67	33.42	33.17	32.95	32.76	32.62	32.52
12	34.85	34.11	33.86	33.62	33.41	33.21	33.06	32.95
13	35.86	34.47	34.23	34	33.78	33.6	33.45	33.34
14	36.50	34.81	34.57	34.34	34.13	33.94	33.79	33.69
15	36.72	35.3	35.06	34.83	34.62	34.43	34.28	34.18
16	36.49	35.58	35.34	35.11	34.89	34.71	34.56	34.45
17	35.66	35.76	35.53	35.29	35.08	34.89	34.74	34.64
18	34.37	35.77	35.54	35.32	35.11	34.93	34.79	34.69

34.57	34.67	34.8	34.98	35.18	35.39	35.62	32.85	19
34.39	34.49	34.61	34.79	34.98	35.19	35.41	31.65	20
34.14	34.23	34.35	34.52	34.71	34.91	35.12	30.45	21
33.82	33.91	34.02	34.19	34.37	34.57	34.77	29.26	22
33.45	33.52	33.63	33.79	33.97	34.16	34.35	28.07	23
33.01	33.08	33.18	33.33	33.51	33.69	33.88	26.87	24

جدول رقم (ك-١٥): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي عند تغيير بروتات وسيلة التظليل المركبة في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم	٥٠ سم	٧٥ سم	١٠٠ سم
1	26.03	30.37	30.06	29.77	29.49	29.23	28.95	28.68
2	25.15	29.65	29.35	29.06	28.79	28.52	28.24	27.97
3	24.67	29.23	28.93	28.64	28.37	28.1	27.82	27.55
4	24.20	28.78	28.48	28.2	27.92	27.66	27.38	27.11
5	23.87	28.45	28.15	27.86	27.59	27.32	27.05	26.78
6	24.09	28.36	28.06	27.78	27.51	27.24	26.97	26.7
7	25.77	28.94	28.65	28.36	28.09	27.82	27.54	27.28
8	27.77	30.97	30.66	30.37	30.08	29.81	29.53	29.25
9	29.82	31.76	31.44	31.14	30.86	30.58	30.3	30.02
10	31.75	32.49	32.16	31.86	31.57	31.29	30.99	30.71
11	33.46	33.18	32.83	32.51	32.22	31.93	31.63	31.35
12	34.85	33.73	33.36	33.02	32.72	32.43	32.12	31.83
13	35.86	34.2	33.82	33.48	33.17	32.88	32.56	32.27
14	36.50	34.58	34.2	33.86	33.54	33.25	32.94	32.64
15	36.72	35.06	34.68	34.34	34.03	33.74	33.42	33.13
16	36.49	35.29	34.93	34.59	34.28	33.99	33.67	33.37
17	35.66	35.42	35.05	34.72	34.41	34.12	33.8	33.51
18	34.37	35.38	35.02	34.7	34.39	34.1	33.79	33.5
19	32.85	35.19	34.83	34.51	34.21	33.93	33.62	33.33
20	31.65	34.97	34.62	34.3	34.01	33.72	33.42	33.14
21	30.45	34.69	34.35	34.04	33.74	33.46	33.16	32.88
22	29.26	34.36	34.02	33.71	33.42	33.14	32.85	32.56
23	28.07	33.97	33.64	33.34	33.05	32.77	32.48	32.2
24	26.87	33.52	33.2	32.9	32.61	32.33	32.05	31.77

جدول رقم (ك-١٦): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي عند تغيير بروتات وسيلة التظليل المركبة في الفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	بدون وسائل تظليل	١٢ سم	٢٥ سم	٣٨ سم	٥٠ سم	٧٥ سم	١٠٠ سم
1	26.03	31.00	30.81	30.71	30.63	30.57	30.46	30.37
2	25.15	30.26	30.06	29.97	29.9	29.84	29.73	29.65
3	24.67	29.80	29.61	29.53	29.46	29.4	29.29	29.22
4	24.20	29.33	29.14	29.06	28.99	28.93	28.83	28.76
5	23.87	28.97	28.79	28.71	28.64	28.58	28.49	28.42
6	24.09	28.85	28.67	28.6	28.53	28.48	28.39	28.32
7	25.77	29.40	29.22	29.15	29.09	29.04	28.95	28.88
8	27.77	31.50	31.3	31.21	31.13	31.06	30.95	30.87
9	29.82	32.09	31.9	31.81	31.73	31.67	31.57	31.49
10	31.75	32.65	32.46	32.37	32.29	32.23	32.12	32.04
11	33.46	33.22	33.01	32.92	32.83	32.76	32.65	32.56

32.96	33.06	33.2	33.28	33.37	33.49	33.71	34.85	12
33.39	33.49	33.64	33.72	33.84	33.99	34.25	35.86	13
33.82	33.93	34.11	34.24	34.39	34.57	34.86	36.50	14
34.43	34.61	34.85	34.99	35.16	35.36	35.67	36.72	15
34.95	35.15	35.41	35.56	35.74	35.95	36.26	36.49	16
35.36	35.57	35.84	35.99	36.17	36.38	36.69	35.66	17
35.53	35.72	35.96	36.09	36.26	36.44	36.73	34.37	18
35.34	35.5	35.71	35.82	35.97	36.13	36.41	32.85	19
35.12	35.27	35.46	35.57	35.71	35.86	36.12	31.65	20
34.83	34.97	35.15	35.25	35.38	35.53	35.78	30.45	21
34.49	34.62	34.79	34.89	35.01	35.15	35.39	29.26	22
34.1	34.22	34.38	34.47	34.58	34.7	34.93	28.07	23
33.64	33.75	33.9	33.98	34.08	34.19	34.41	26.87	24

**ملحق (ل) - نتائج الوضع القائم والمقترح للنموذج السكني داخل فراغاته**  
جدول رقم (ل-١): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشمالي قبل وبعد تعديل النموذج السكني للفترة الحارة (ع)

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الوضع القائم	بعد التعديل
1	26.03	30.37	29.40
2	25.15	29.66	28.80
3	24.67	29.24	28.48
4	24.20	28.79	28.14
5	23.87	28.46	27.89
6	24.09	28.37	27.86
7	25.77	28.97	28.47
8	27.77	31.05	30.59
9	29.82	31.83	31.17
10	31.75	32.54	31.56
11	33.46	33.17	31.91
12	34.85	33.62	32.05
13	35.86	34.04	32.26
14	36.50	34.40	32.45
15	36.72	34.88	32.75
16	36.49	35.15	32.90
17	35.66	35.33	32.97
18	34.37	35.36	33.08
19	32.85	35.16	32.98
20	31.65	34.95	32.86
21	30.45	34.69	32.72
22	29.26	34.36	32.53
23	28.07	33.99	32.29
24	26.87	33.54	32.00

جدول رقم (ل-٢): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الشرقي قبل وبعد تعديل النموذج السكني للفترة الحارة (ع)

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الوضع القائم	بعد التعديل
1	26.03	30.70	30.23
2	25.15	29.99	29.64
3	24.67	29.55	29.32
4	24.20	29.10	28.97

28.73	28.76	23.87	5
28.69	28.66	24.09	6
29.27	29.29	25.77	7
31.70	31.54	27.77	8
32.26	32.35	29.82	9
32.62	33.06	31.75	10
32.94	33.65	33.46	11
33.14	34.09	34.85	12
33.36	34.46	35.86	13
33.56	34.81	36.50	14
33.91	35.30	36.72	15
34.06	35.58	36.49	16
34.15	35.76	35.66	17
34.18	35.77	34.37	18
34.08	35.63	32.85	19
33.98	35.42	31.65	20
33.85	35.15	30.45	21
33.68	34.80	29.26	22
33.48	34.40	28.07	23
33.24	33.93	26.87	24

جدول رقم (ل-٣): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الجنوبي قبل وبعد تعديل النموذج  
(ع) السكني للفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الوضع القائم	بعد التعديل
1	26.03	30.37	29.43
2	25.15	29.65	28.83
3	24.67	29.23	28.51
4	24.20	28.78	28.16
5	23.87	28.45	27.91
6	24.09	28.36	27.87
7	25.77	28.94	28.49
8	27.77	30.97	30.61
9	29.82	31.76	31.19
10	31.75	32.49	31.58
11	33.46	33.18	31.93
12	34.85	33.73	32.08
13	35.86	34.2	32.3
14	36.50	34.58	32.51
15	36.72	35.06	32.82
16	36.49	35.29	32.98
17	35.66	35.42	33.07
18	34.37	35.38	33.17
19	32.85	35.19	33.06
20	31.65	34.97	32.94
21	30.45	34.69	32.79
22	29.26	34.36	32.59
23	28.07	33.97	32.35
24	26.87	33.52	32.06

جدول رقم (ل-٤): درجات الحرارة لغرفة النوم الرئيسية ذات التوجيه الغربي قبل وبعد تعديل النموذج  
(ع) السكني للفترة الحارة

الساعة	درجة الحرارة الخارجية (°C)	الوضع القائم	بعد التعديل
1	26.03	30.96	30.20
2	25.15	30.22	29.60
3	24.67	29.77	29.29
4	24.20	29.30	28.94
5	23.87	28.95	28.70
6	24.09	28.83	28.67
7	25.77	29.38	29.25
8	27.77	31.46	31.71
9	29.82	32.05	32.28
10	31.75	32.60	32.64
11	33.46	33.16	32.96
12	34.85	33.64	33.16
13	35.86	34.16	33.37
14	36.50	34.74	33.55
15	36.72	35.51	33.89
16	36.49	36.07	34.03
17	35.66	36.48	34.11
18	34.37	36.54	34.15
19	32.85	36.27	34.04
20	31.65	36.01	33.95
21	30.45	35.69	33.82
22	29.26	35.31	33.65
23	28.07	34.87	33.45
24	26.87	34.37	33.22

Summary for M.Sc. in Architectural Engineering:  
**"Using simulation to evaluate and improve the thermal performance of residential buildings"**  
(Case study: New Assiut City)

*By: Ahmed Abd El-Monteleb Mohammed ALy*  
Tutor, Department of Architecture,  
Faculty of Engineering,  
Assiut University, Egypt.

The environmental dimension is a major one in desert architecture. It is concerned with achieving users- appropriate climate, thus providing protection against solar radiation and hot winds carrying sand and dust. It takes delicate treatment – and adaptation - to the desert environment. Currently, there is an aversion from the concept of climatic design in desert areas. For example, concrete buildings absorb heat very rapidly. They also, don't provide natural ventilation. In the summer season, man resorts to mechanical equipment installed inside the buildings, thus increasing energy consumption and reducing our bodies capacity for adaptation to outdoor temperatures.

**Chapter one: Climatic properties of New Assiut City, and the design treatments for the climate of the study area**

This chapter presents a brief account of climate; by addressing the climate, study its types and the climatic regions of the world – with a focus on the desert hot arid climate (the climate of the study area). Also, the chapter addresses the detailed climate of New Assiut City (case study). The study presents the residential patterns of New Assiut City. By analyzing the area ratios of such patterns relative to the residential patterns of the whole city, it was found that (Ibn Baytak) comes first. Hence, this pattern, with its different models, was studied; with a focus on the study model. The research reviews the architectural features of the desert hot arid climate; drawing some design treatments which are suitable for the climate of desert areas.

**Chapter two: Simulation as a tool for evaluating the thermal performance of buildings**

This chapter addresses the concept of simulation, types of software used for evaluating thermal performance inside building spaces, and a comparison among those programs – ending with the simulation program used in the research. An attempt was made for introducing a brief account of the used program and its method of application, as well as the steps (constructing a model for the building being studied, simulation, and presenting the results) necessary

---

for completing the simulation process. The chapter ends with a calibration of the used program by comparing its results with the results of field measurements for the study area: New Assiut City with its desert hot arid climate. An error margin for the software results was calculated, too.

### **Chapter three: Evaluating and improving the thermal performance of the study model (Ibn Baytak Model)**

This chapter addresses the climatic evaluation of an (Ibn Baytak) model in New Assiut City, as an example of residential agglomerations of hot dry desert climate, by setting the design and climatic treatments of the model and studying their effect on temperatures within residential spaces of the model in summer- for the time period of the highest and lowest temperatures. The chapter concludes with results that can be used as guidelines for designing residential buildings, and setting climatic and treatments for the future extension zone buildings of New Assiut City.

The research is concluded with some results and recommendations that should be considered in designing new residential models in hot dry desert cities.

---



Assiut University

# Using simulation to evaluate and improve the thermal performance of residential buildings (Case study: New Assiut City)

A Thesis  
Submitted in partial fulfillment of the  
Requirements for the Degree

## Master of Science

Department of Architecture  
Faculty of Engineering  
Assiut University,  
EGYPT

By

**Ahmed Abd El-Monteleb Mohammed ALy**

Tutor, Department of Architecture,  
Faculty of Engineering, Assiut University, Egypt.

Supervised by:

**Prof. Essam El-Deen Kamal Mahroos**  
Professor of Urban Design,  
Department of Architecture, Faculty of  
Engineering, Assiut University, Egypt

**Dr. Ezzat A. Morghany**  
Associate Professor of Architectural Design,  
Department of Architecture, Faculty of  
Engineering, Assiut University, Egypt.

**Dr. Essam Salah Saeed**  
Lecturer of Architectural Design,  
Department of Architecture, Faculty of  
Engineering, Assiut University, Egypt.

Examined by:

**Prof. Morad Abdel-Kader Abdel-Mohsen**  
Professor of Architecture and Climatic Control,  
Vice President for community service and  
environmental development affairs, Ain Shams  
University, Egypt

**Prof. Mohamed Momen Afify**  
Professor of Architecture, Department of  
Architecture, Faculty of Engineering, Cairo  
University, Egypt

**Prof. Essam El-Deen Kamal Mahroos**  
Professor of Urban Design,  
Department of Architecture, Faculty of  
Engineering, Assiut University, Egypt

**Dr. Essam Salah Saeed**  
Lecturer of Architectural Design,  
Department of Architecture, Faculty of  
Engineering, Assiut University, Egypt

2011



Assiut University

**Using simulation to evaluate and improve the  
thermal performance of residential buildings  
(Case study: New Assiut City)**

A Thesis  
Submitted in partial fulfillment of the  
Requirements for the Degree

**Master of Science**

Department of Architecture  
Faculty of Engineering  
Assiut University  
E G Y P T

**By**  
**Ahmed Abd El-Monteleb Mohammed Aly**  
Tutor, Department of Architecture,  
Faculty of Engineering,  
Assiut University, Egypt.

**2011**