استخدام المحاكاة لدراسة تأثير اختلاف الدور السكني وارتفاعه علي الأداء الحراري لفراغات المباني السكنية في المناطق الحارة الجافة الصحراوية

(دراسة الحالة: مدينة أسيوط الجديدة)

Using Simulation For Studying The Influence Of Residential Floor Dissimilarity And Its Height On The Thermal Performance Of Spaces In Residential Buildings In Hot Arid Desert

(Case study: New Assiut City)

Eng. Ahmed Abd El-Monteleb Mohammed Aly
Tutor, Department of Architecture,
Faculty of Engineering,
Assiut University, Egypt.
ahmed.monteleb@hotmail.com

Prof. Dr. Essam El-Deen K. Mahroos
Professor of Urban Design, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Assiut University, Egypt
dr_essam_mahrous@yahoo.com

Dr. Ezzat A. Morghany
Associate Professor of Architectural Design, Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Assiut University, Egypt
ezzatmorghany@yahoo.com

Dr. Essam Salah Saeed
Lecturer of Architectural Design, Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Assiut University, Egypt.
essam_sss@yahoo.com

Abstract:

The building shape and spaces greatly influence ambient temperatures in those spaces. The thermal performance of interior spaces is highly influenced by a number of factors. On top of these factors are: space ratios (height, width, length), walls (thickness, construction material), window openings (height, width, length). As for the factors that determine a building mass, the most important are: shape of building mass, building orientation, using inner courts, etc.

The present generation of climatic design tools should rely more on digital presentation by computers, in order to aid designers make sound design decisions based on visible results. Thus, the computer carries out all calculations thus relieving specialized designers in order to reach reliable results.

Due to the scarce use of simulation software in the climatic assessment of residential buildings; the study aims at studying the influence of residential floor dissimilarity and its height on the thermal performance of spaces in residential buildings at New Assiut City, Egypt.

To achieve this aim, the research is done by the analytical and applied methods, using the simulation software *Thermal Analysis Software* as a computer

Accepted December 8, 2011.

program, from the climatic analysis of New Assiut City - as well as identifying the prevailing residential patterns, and detailed study of the selected residential building, identifying the software used, and analyzing the simulation results for ambient room temperatures of the cold and hot periods - for the above mentioned of the selected model. The research ends with a number of results and recommendations. Such results may be applied in hot desert areas.

ملخص البحث:

لشكل المبنى وفراغاته أثر كبير في درجة الحرارة داخل تلك الفراغات، فنجد أن لفراغات المبنى الداخلية العديد من المحددات التي تؤثر علي الأداء الحراري داخله، فمن أهم هذه المحددات هي: نسب الفراغ (طول وعرض وارتفاع) والحوائط (سمك ونوع مادة البناء) و فتحات الشبابيك (طول وعرض وارتفاع) ، أما عن محددات كتلة المبني فنجد أن أهم محدداته هي كالتالي: (شكل كتلة المبنى، توجيه المبني، استخدام الأفنية الداخلية وغيرها).

فتعد دراسات الأداء الحراري للبيئة الداخلية للمباني السكنية غير كافية رغم الخطوات التي قطعتها الدراسات الأكاديمية والتجارب، فمعظم الدراسات المناخية قد اهتمت بدراسة المباني السكنية وذلك من خلال دراسات نظرية وقياسات ميدانية، أما الدراسات المناخية من خلال برامج المحاكاة فهي قليلة في العالم العربي.

ولعدم وجود انتشار واسع لاستخدام برامج المحاكاة في عملية التقييم المناخي للمباني السكنية، فإن الورقة البحثية تهدف إلي دراسة تأثير اختلاف الدور السكني وارتفاعه علي الأداء الحراري داخل الفراغات الداخلية للمباني السكنية بمدينة أسيوط الجديدة – مصر.

لتحقيق هدف الدراسة يعتمد البحث علي المنهج التحليلي والتطبيقي باستخدام برنامج محاكاة وهو Thermal Analysis Software كأحد برامج الكمبيوتر من خلال التحليل المناخي لمدينة أسيوط الجديدة والتعرف علي الأنماط السكنية بها، ودراسة تفصيلية للمبنى السكني الذي تم اختياره للدراسة التطبيقية والتعرف علي برنامج المحاكاة المستخدم بالبحث، ثم تحليل نتائج البرنامج لدرجات الحرارة في الفترة الحارة والباردة للمحددات المناخية السابق ذكرها للنموذج السكني، وينتهي البحث بمجموعة من النتائج والتوصيات والتي يمكن العمل به بالمناطق الحارة الصحراوية.

تقديم:

إن استراتيجيات التصميم التي تؤثر على الراحة الحرارية الداخلية تختلف كثيرا حسب المناطق المناخية، كما يظهر في التصاميم التقليدية، حيث يعتبر المناخ من أهم العوامل التي تحدد معاملات التصميم كالمسافة بين المباني، شكل المبنى، توجيه المبنى، وغلاف المبنى (حوائط، نوافذ، سطح) وكذلك التقنيات والمواد المحلية من العوامل الهامة التي تؤثر على الراحة الحرارية الداخلية، حيث يعتبر استخدام خصائص المناخ المحلي في المباني السكنية ليس أمراً مستحدثاً.

لذا 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 دورا هاما في المناطق التي يرتفع بها الفارق بين درجة الحرارة أثناء النهار ونظيرتها في الليل.

إشكالية الدراسة:

تعد المعالجات المناخية لها الأثر الواضح على الأداء الحراري لفراغات المباني السكنية، كما تعد برامج المحاكاة من الأدوات الحديثة التي يمكن استخدامها في تقييم تأثير كل من اختلاف الدور السكني وارتفاعه علي الأداء الحراري داخل فراغات المبنى السكني المختار في الفترة الحارة والباردة بمدينة أسيوط الجديدة - مصر كمثال تطبيقي للمنطقة الصحراوية، لذا فإن البحث يستخدم أحد برامج المحاكاة الخاصة بالتحليل الحراري للمبنى.

الهدف من الدراسة:

تهدف الدراسة لمعرفة إلى أي مدى يؤثر اختلاف الدور السكني وارتفاعه على حرارة البيئة الداخلية للمباني السكنية بمدينة أسيوط الجديدة، للوصول إلى مدى ملاءمتها مناخيا في الفترة الحارة و الباردة من السنة، وذلك باستخدام برامج المحاكاة.

منهجية الدراسة:

لتحقيق هدف الدراسة يعتمد البحث على المنهج التحليلي والتطبيقي من خلال:

١- التحليل المناخي والبيومناخي لمدينة أسيوط الجديدة.

٢- دراسة تفصيلية عن النموذج السكني المختار.

٣- دراسة تحليلية عن برنامج المحاكاة المستخدم.

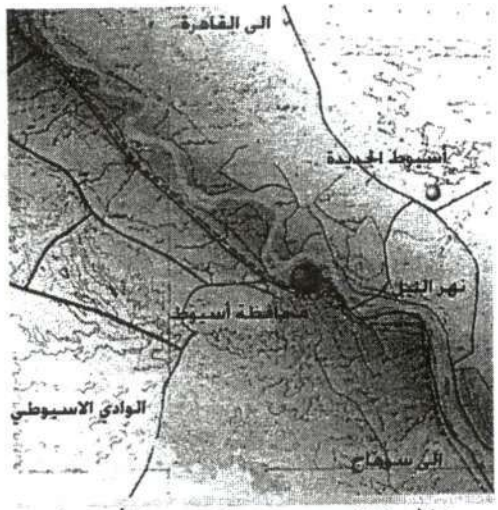
٤- تحليل نتائج البرنامج لدرجات الحرارة في الفترة الحارة والباردة للمبنى السكني المختار.

١- التحليل المناخي لمدينة أسيوط الجديدة:

تقع مدينة أسيوط الجديدة شرق نهر النيل على طريق القاهرة سوهاج الصحراوي عند التقائه مع طريق الغردقة أسيوط على بعد حوالي ٢٠ كم من مدينة أسيوط - شكل (١)، وتقع على خط عرض ٣ ٢٧° شمالاً وخط طول ١٥ ٣١° شرقا وترتفع فوق سطح البحر بمقدار ٧٠- ١٠٠ م.[١]

تتكون الكتلة العمرانية لمدينة أسيوط الجديدة من منطقتين سكنيتين في الكتلة العمرانية يفصل بينهما محور خدمات رئيسي، وكذلك منطقة امتداد مستقبلي للكتلة السكنية بمساحة ٩٥٠ فدان، كما تحتوي علي المنطقة الصناعية بمساحة ١٨٠ فدان – شكل (٢).

[١] Tarek Galal Habib, **Trains of Urban Development in Egypt, Update Evaluation for the Experience of New Urban Communities**, Ph. D., Faculty of engineering, University of Assiut, 2000, p 126.



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

شكل (٢): الموقع العام لمدينة أسيوط الجديدة.[٢]

يتم التحليل المناخي من البيانات التي أمكن الحصول عليها من هيئة الأرصاد الجوية،[٣] وفي ما يلي عرض تحليلي لتلك البيانات:

١-١- سطوع الشمس والإشعاع الشمسي:

تصل نسبة سطوع الشمس إلى أدناها في شهر ديسمبر وبنسبة ٦٥% كما تبلغ أقصاها في باقي أشهر الصيف بنسبة ٩٠%، وتعبر مدة السطوع وصفاء السماء

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

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

عن توافر كمية كبيرة من الطاقة الحرارية التي يمكن استغلالها في تدفئة ليالي الشتاء الباردة.

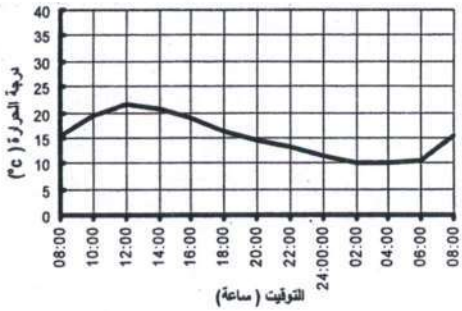
١-٢- درجة حرارة الهواء:

درجة الحرارة هي أحد المتغيرات المناخية التي تختلف اختلافا كبيرا من منطقة إلي أخرى نتيجة لاختلاف تعرضها للشمس، فيبين الشكل رقم (٣) متوسط لدرجات الحرارة الخارجية للفترة الحارة و الفترة الباردة، كما يبين الشكل رقم (٤) درجات الحرارة العظمي والصغرى ومتوسطات درجات الحرارة لجميع أشهر العام، ويتضح من خلال الشكل أن متوسط أقصى درجة حرارة في شهر يناير تصل إلى ٢٠.٨°م وأقل درجة٦.٦°م، بينما تصل متوسط أقصى درجة حرارة في شهر يونيو إلى٣٧.٤°م وتنخفض إلى٢١.٣°م، أما متوسط درجات الحرارة في شهر يونيو تصل إلى٢٩.٥°م وتنخفض الى١٣.٦°م في شهر يناير.[١]

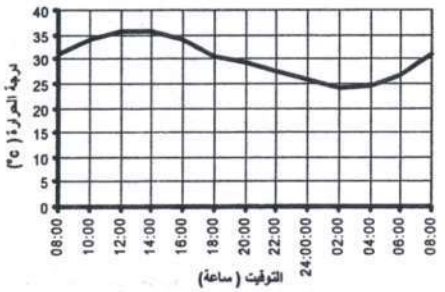
١-٣- الرطوبة النسبية:

يلاحظ انخفاض معدل الرطوبة النسبية بصفة عامة إذ يتراوح متوسطها بين ٤٠% و٥٠% في الفترة الباردة (الشتاء) بينما تقل في باقي أشهر العام لتصل إلى أدنى مستوى لها ١٣% في شهر مايو مما يؤدى إلى تزايد معدل مياه البخر في هذه الفترة والذي يصل إلى ٢٢.٧ 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.[١]

فيبين الشكل رقم (٥) أن أقل قيمة للرطوبة النسبية كانت عند 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 يونيو. أما في شهر مارس فتتراوح بين ٢٢% و ٤٩% وفى شهر أكتوبر بين ٣٣% و٦٥%.[١]

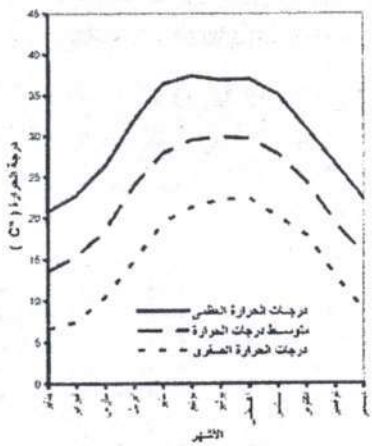


متوسط درجات الحرارة لكل من أشهر الصيف (يونيو ويوليو وأغسطس)



متوسط درجات الحرارة لكل من أشهر الشتاء (ديسمبر ويناير وفبراير)

شكل (٣): يوضح متوسط درجات الحرارة الخارجية لكل من أشهر الصيف وأشهر الشتاء لمدينة أسيوط الجديدة.[١]



شكل (٤): يوضح درجات الحرارة العظمى والصغرى ومتوسط درجات الحرارة لكل شهر على مدار العام لمدينة أسيوط الجديدة.[١]

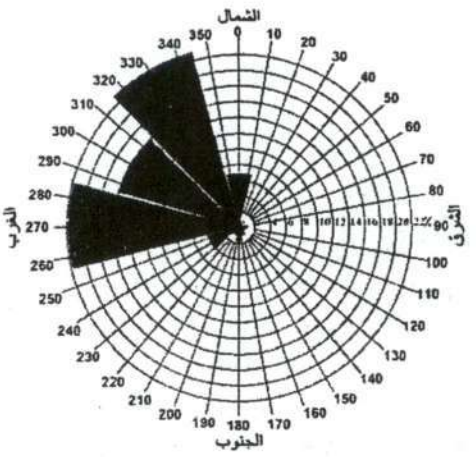
[١]وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، الهيئة العامة للتخطيط العمراني، **التخطيط العام للتجمع العمراني الجديد بالوادى الأسيوطي**، (مرجع سابق)، ص ٩٥:٩٧.

١-٤- الأمطار:

يصل مجموع كمية المطر في أشهر السنة إلى أقصاه في شهر فبراير، حيث يبلغ ٠.٤ ملليمتر ويمتد موسم الجفاف التام على مدار العام، لذا بسبب ندرة الأمطار في مجملها لا تحتاج لتصميم خاص لشبكات الصرف الصحي بالمدينة، ولكن لابد من عمل حماية خاصة من أخطار السيول والاكتفاء برفع كفاءة شبكة الصرف الصحي لاستيعاب مياه السبل.[١]

١-٥- الرياح:

من خلال جداول الرياح أمكن الحصول على وردة الرياح لكل شهر في السنة، حيث يلاحظ أنه في الشتاء (يناير) والربيع (مارس) تهب غربية - وهي السائدة – وشمالية غربية، أما في فصل الصيف (يوليو) 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 (٦)، ويلاحظ كما ذكر سابقا أنها تهب من قطاع واحد (من الغرب إلى الشمال، الشمال الغربي).[٢]



شكل (٦): يوضح وردة الرياح السنوية لمدينة أسيوط الجديدة.[١]

٢- دراسة تفصيلية عن النموذج السكني المختار:

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

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

ولتحديد النمط السكني لدراسته وتحليل نماذجه السكنية، تم حساب مساحة كل نمط سكني وكذلك نسبته في أنماط الإسكان بمدينة أسيوط الجديدة، فمن دراسة أنماط الإسكان بمدينة أسيوط الجديدة نجد أن النمط السكني (ابني بيتك) يحتل المرتبة الأولي في نسب أنماط الإسكان بمدينة أسيوط الجديدة (محل الدراسة) حيث تمثل ٣٣.١٥ % من أنماط الإسكان بالمدينة، لذا تم اختيار نماذج ابني بيتك لتحليلها مناخياً.

يبين الشكل رقم (٧)، 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.

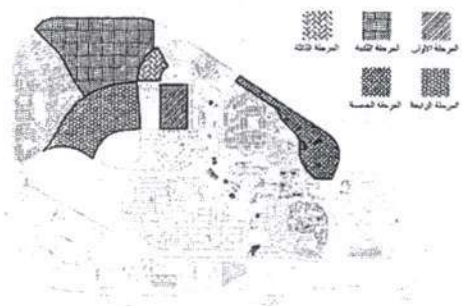
وقد تم تحديد المنطقة الأولى من قطاع ابني بيتك ليكون محل الدراسة واختيار نموذج سكني لدراسة مدى تأثير اختلاف الدور السكني وارتفاعه علي الأداء الحراري داخل فراغاته.

فنجد النمط المحدد لنماذج إسكان ابني بيتك ذات المساحة وأبعاد القطع السكنية الموحدة وهي ١٥٠ متر مربع

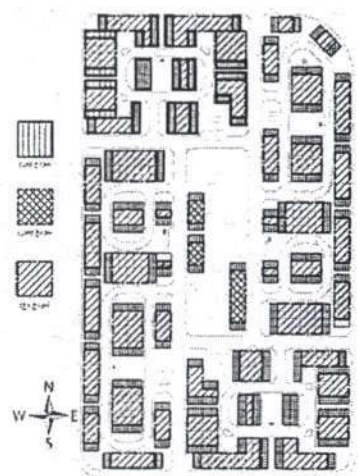
---

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

وأبعادها ١٧.٥٠متر × ٨.٦٠ متر وذات ارتفاع موحد (أرضي + دورين) – ارتفاع الدور السكني ٢,٧٠متر، وتوجد لتلك القطع ثلاث نماذج سكنية هما (س،ص،ع)، حيث نموذج (س) يمثل نموذج ناصية وجار واحد، ونموذج (ص) و(ع) يمثلان نموذج جارين فقط، ويوضح الشكل رقم (٨) توزيع الثلاث نماذج (س،ص،ع) الخاصة بالمرحلة الأولى بقطاع ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة، ومنها أمكن تحليل أعداد ونسب تلك النماذج في الجدول رقم (١)، وفيما يلي عرض لتوزيع تلك النماذج السكنية.



شكل (٧): يوضح مراحل تنفيذ ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة [١]



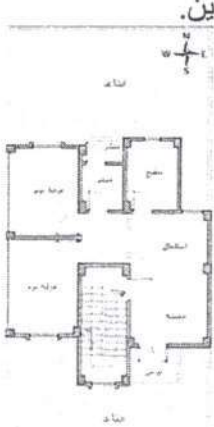
شكل (٨): يوضح توزيع نماذج المرحلة الأولى بإسكان ابني بيتك بمدينة أسيوط الجديدة

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

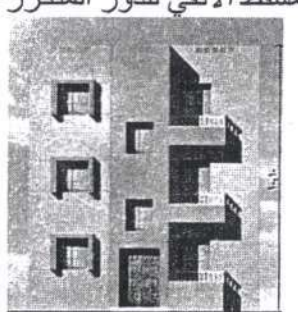
النموذج	العدد	النسبة
نموذج (س)	٢٠٦ قطعة أرض	٤٠.٩٥ %
نموذج (ص)	١٣ قطعة أرض	٢.٦٠ %
نموذج (ع)	٢٨٤ قطعة أرض	%٥٦.٤٥

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

ويوضح شكل (٩) المساقط الأفقية والواجهات للنموذج الثالث (ع) المختار – نموذج الجارين.



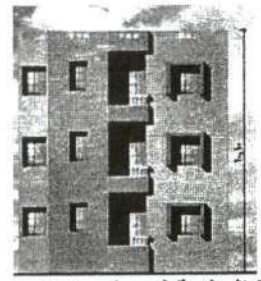
المسقط الأفقي للدور المتكرر [٢]



الواجهة الأمامية لنموذج (ع) - جارين

[١]وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، الهيئة العامة للتخطيط العمراني، **التخطيط العام للتجمع العمراني الجديد بالوادى الأسيوطي**، (مرجع سابق)، ص ٩٥:٩٧.

[٢]وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، الهيئة العامة للتخطيط العمراني، **التخطيط العام للتجمع العمراني الجديد بالوادى الأسيوطي**، (مرجع سابق)، ص ٩٥:٩٧.



الواجهة الخلفية لنموذج (ع) – جارين

شكل (٩): يوضح المساقط الأفقية والواجهات لنموذج (ع) بقطاع ابني بيتك بأسيوط الجديدة

٣- نبذة عن برامج المحاكاة المستخدمة في دراسة الأداء الحراري داخل المباني:

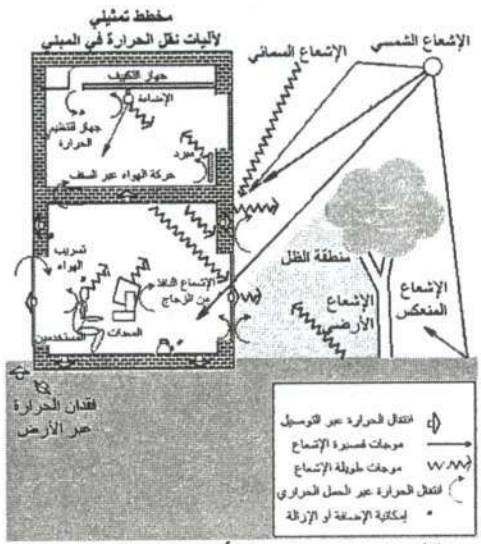
في الأعوام الخمسين الأخيرة، ظهر عدد كبير من برامج المحاكاة التي تدرس السلوك الحراري داخل المبني والتي تقوم علي المعلومات التي يقدمها صناع البرامج في الجوانب التالية: خصائص النمذجة العامة، عناصر المناخ الخارجي مثل الإضاءة الطبيعية والشمس والتهوية وسريان الهواء، وكذلك دراسة النظم والمعدات الكهربية، نظم التبريد والتدفئة وغيرها.[١]

يعتبر برنامج TAS [*] أحد البرامج المتميزة في تقييم الأداء الحراري، حيث يقوم البرنامج بحساب أحمال التبريد والتدفئة والأحمال الحرارية الناتجة من داخل وخارج المبنى السكني.

٣-١- نبذة عن برنامج المحاكاة المستخدم (TAS):

يعمل البرنامج بأسلوب المحاكاة الديناميكية، والتي فيها يقوم بتتبع السلوك الحراري للمبنى من خلال عدة لقطات تؤخذ كل ساعة، مما يعطي المستخدم صورة تفصيلية للطريقة التي يؤدي بها المبنى.[٢]

يبين الشكل رقم (١٠)، 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 (١٠): يوضح تأثير درجة الحرارة علي الغلاف الخارجي للمبني والفراغات الداخلية.[١]

يعتبر برنامج Thermal Analysis Software محرك حسابات معقد لصانع النماذج ثلاثية الأبعاد (ويسمى أيضا Tas3D).[٣]

ويتكون البرنامج من ثلاث مكونات رئيسية وأساسية وهم:

TAS 3D Modeler, TAS Building Simulator , TAS Results Viewer

٣-٢- مكونات برنامج TAS:

---

[١]Drury B. Crawley, Jon W. Hand, Michae¨ l Kummert, Brent T. Griffith, **Contrasting The Capabilities Of Building Energy Performance Simulation Programs**, Building and Environment, V(43), (2009), pp. 661:677.

[*] برنامج المحاكاة المستخدم في الدراسة.

[٢]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. 10.

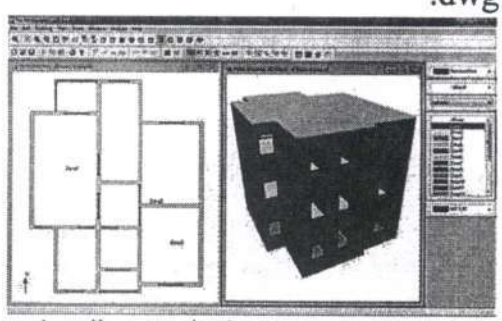
[٣]http://www.edsl.net/main/Support/Documentation.aspx

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

٣-٢-١- بناء النموذج السكني (محل الدراسة):

يوجد ببرنامج TAS إمكانية رسم المبنى ثلاثي الأبعاد المطلوب محاكاته، ويمكن أيضاً رسم مباني ما تزال في طور التخطيط أو الكروكي أو يمكنك استيراد رسومات AutoCAD لصنع المزيد من النماذج التفصيلية – شكل (١٢).

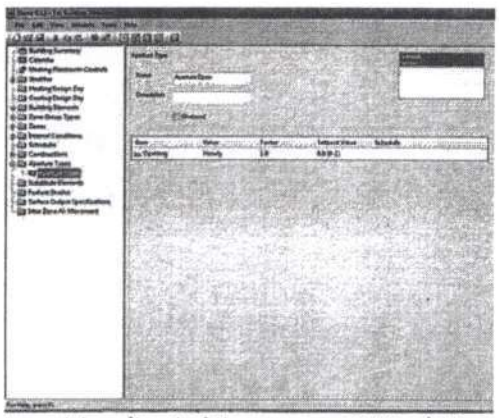
من هذا النموذج يمكن صنع صورة ثلاثية الأبعاد تعرض الظل بالكامل، كما أن البرنامج يقوم بحساب اختراق ضوء الشمس إلى داخل المبنى بين الفراغات، ويمكن أيضاً تصدير النموذج إلى برنامج ثلاثي الأبعاد عبر خاصية تصدير ملفات 3D dwg.



شكل (١٢): يوضح نافذة البرنامج للنموذج السكني المطلوب محاكاته [٢]

٣-٢-٢- 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 (١٣).

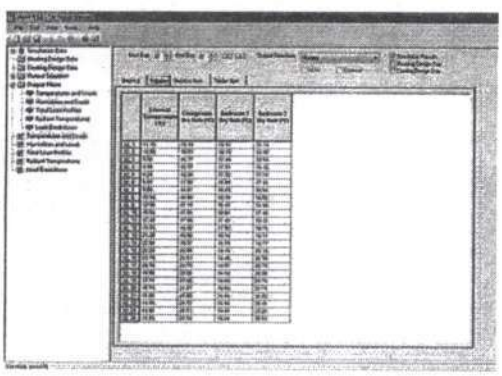


شكل (١٣): يوضح نافذة إدخال بيانات النموذج السكني المطلوب محاكاته [١]

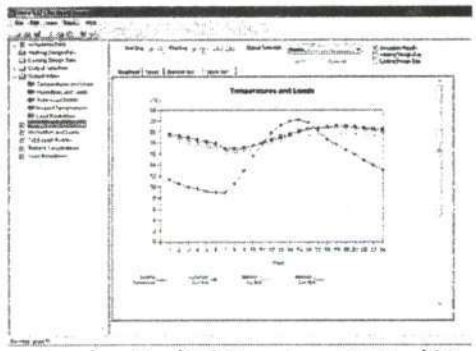
٣-٢-٣- عرض نتائج برنامج المحاكاة:

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 (١٤).[١]



[١]http://www.edsl.net/main/Support/Documentation.aspx



شكل (١٤): يوضح نافذة البرنامج لعرض النتائج (منحنيات وجداول)[١]

٤- تحليل نتائج البرنامج لدرجات الحرارة الداخلية للمبنى السكني المختار:[*]

تتم عملية المحاكاة علي نموذج (ع) السكني المختار سابقاً، ومنها يمكن الحصول على متوسط درجات الحرارة لكل من الفترة الباردة والحارة و لكل ساعة من ساعات اليوم للفترات التالية:

- الفترة الباردة هي كل من شهر ديسمبر ويناير وفبراير.
- الفترة الحارة هي كل من شهر يونيو ويوليو وأغسطس.

ولتقييم مدى تحسين الأداء الحراري داخل فراغات النموذج السكني، يقترح الباحث الدليل التالي للتعبير عن الراحة الحرارية داخل فراغات المبنى السكني وهو كالتالي:[**]

$$T.C.I = (T_{Mean\ W} / T_{Mean\ S}) \times 100$$

حيث:

T.C.I = Thermal Comfort Index

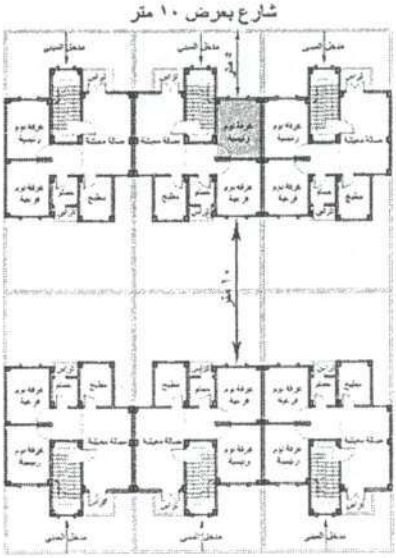
$T_{Mean\ W}$ = Mean Temperature for Winter

$T_{Mean\ S}$ = Mean Temperature for Summer

حيث يمثل ($T_{Mean\ W}$) متوسط درجات الحرارة الداخلية لساعات أيام أشهر الفترة الباردة، ويمثل ($T_{Mean\ S}$) متوسط درجات الحرارة الداخلية لساعات أيام أشهر الفترة الحارة.

لتحسين الأداء الحراري داخل الفراغات لابد من الحصول علي أكبر قيمة لهذا الدليل، ويتم دراسة تأثير اختلاف الدور السكني وارتفاعه علي درجة الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية بالنموذج السكني لابني بيتك موضوع الدراسة كما هو موضح بالشكل (١٥).

مع الأخذ في الاعتبار دراسة تأثير ترتيب وارتفاع الدور السكني علي غرفة النوم الرئيسية وهي إحدى الفراغات المعيشية بالنموذج وذلك نظراً لوجود شباك في الغرفة حيث تم استبعاد صالة المعيشة نظراً لأنها تحتوي علي بلكونة مما يعطي كمية من الظلال علي واجهة الفراغ، وكذلك تم اختيار غرفة النوم الرئيسية لأنها على الواجهة الرئيسية أي علي الشارع مباشرة وأقرب مبنى سكني علي بعد ٢٠ متر (١٠ متر ردود المبنيين السكنيين و١٠ متر عرض الشارع)، لذا تم استبعاد غرفة النوم الفرعية وذلك لوجود مبني سكني مقابل لهذه الغرفة وعلي بعد ١٠ متر (الردود الخلفي لكل مبنى سكني).



شكل (١٥): يوضح النموذج السكني لابني بيتك موضوع الدراسة

---

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

[*]تم معايرة دقة نتائج برنامج المحاكاة بدراسة سابقة وكان معامل تصحيح النتائج من ٢,٠٠ - ٢,٥٠ %.

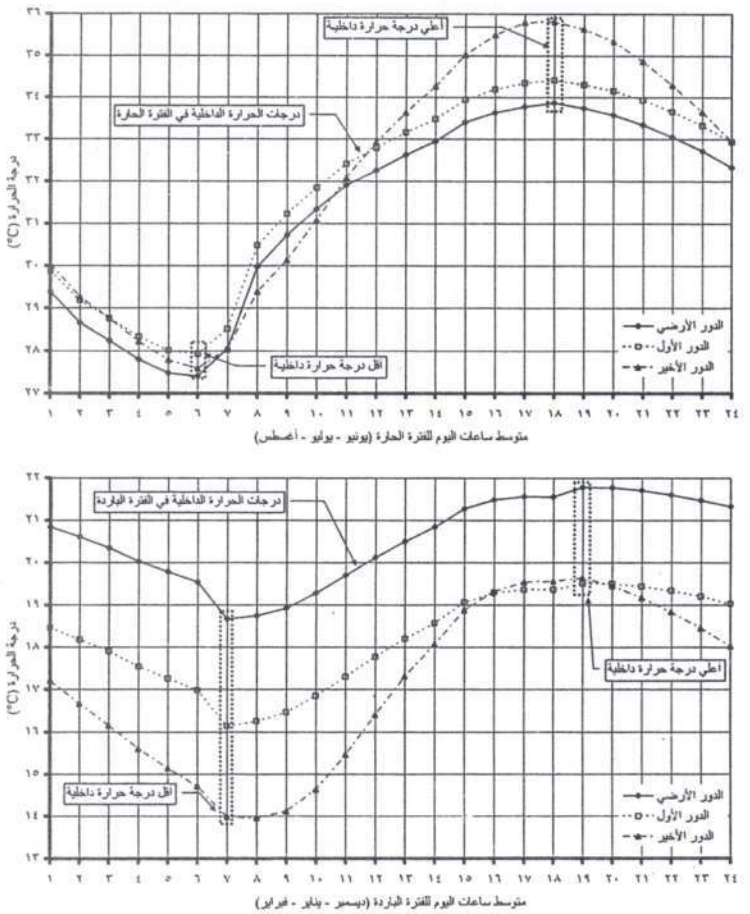
[**]معادلة دليل الراحة الحرارية من إعداد الباحث.

٤-١- دراسة تأثير اختلاف الدور السكني علي درجات الحرارة الداخلية في كل من الفترة الباردة والحارة:

يتم في هذه الجزء دراسة تأثير ترتيب الدور للنموذج السكني (ع) المختار سلفاً، حيث تم دراسة بين الثلاث أدوار للنموذج السكني وهم (الدور الأرضي – الدور الأول – الدور الأخير) مع تثبيت ارتفاع الدور ٢,٧٠م.

من دراسة الشكل رقم (١٦) يلاحظ وجود فارق في درجات الحرارة الداخلية للأدوار الثلاثة، ونجد هذا الفارق يصل إلي درجة مئوية من منتصف الليل حتى الساعة ١٢ ظهراً، أما الفترة المتبقية من اليوم يزداد هذا الفارق ليصل إلي درجتين مئوية، والوصول إلي أقصي درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً.

أما عن الفترة الباردة يلاحظ وجود فارق كبير في درجات الحرارة الداخلية بين الأدوار الثلاثة، يزداد هذا الفارق بين الدور الأرضي والأدوار الأخرى إلي ثلاث درجات مئوية أما عن الدور الأول والأخير يلاحظ وجود فارق بسيط بين درجات الحرارة الداخلية في الفترة من ٣ عصراً حتى الساعة ٨ مساءً يصل إلي نصف درجة مئوية ويزداد هذا الفارق في الفترة المتبقية من اليوم يصل إلي درجتين ونصف درجة مئوية، والوصول إلي أقصي درجة حرارة عند الساعة ٧ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٧ صباحاً.



شكل (١٦): يوضح درجات الحرارة الداخلية لغرفة النوم الرئيسية بالأدوار المختلفة للنموذج (ع) السكني للفترة الحارة والباردة.

يسجل الدور الأرضي أقل درجات حرارة داخلية في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٣,٨٦°م عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت ٢٧,٤١°م عند الساعة ٦ صباحاً.

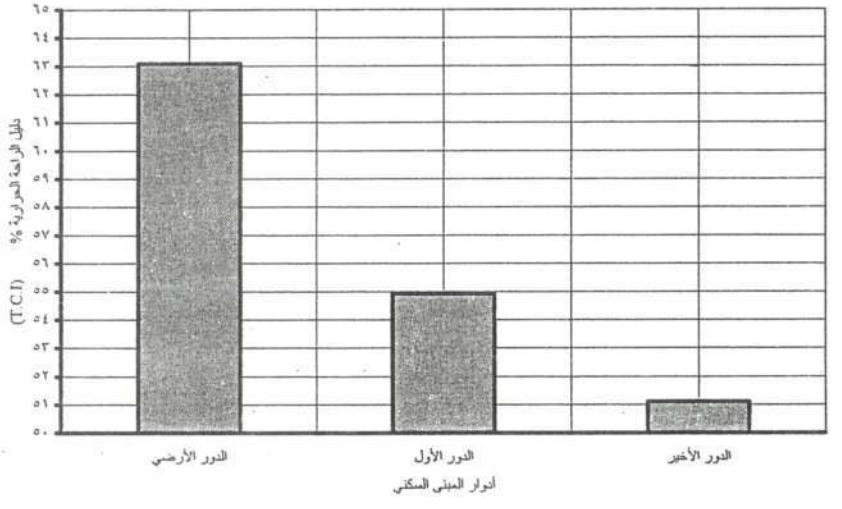
أما في الفترة الباردة يسجل الدور الأرضي أعلي قيمة لدرجة الحرارة الداخلية، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٢١,٧٨°م عند الساعة ٧ مساء، وأقل درجة حرارة كانت ١٨,٦٧°م عند الساعة ٧ صباحاً.

من خلال دليل الراحة الحرارية يمكن الوصول إلي أفضل دور سكني- شكل (١٧)- حيث نجد أن الدور الأرضي يسجل أعلي قيمة لدليل الراحة الحرارية بسبب ارتفاع درجة حرارة الغرفة في الفترة الباردة، ويلاحظ أيضاً أن الدور الأخير يسجل أقل قيمة لدليل الراحة الحرارية بسبب انخفاض درجة حرارة الغرفة في الفترة الباردة، مع ملاحظة الفارق الكبير في قيمة الدليل بين الدور الأرضي والدور الأخير وهذا يدل علي الانخفاض الملحوظ في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الباردة وانخفاض شديد في درجات الحرارة الداخلية للدور الثاني في الفترة الباردة.

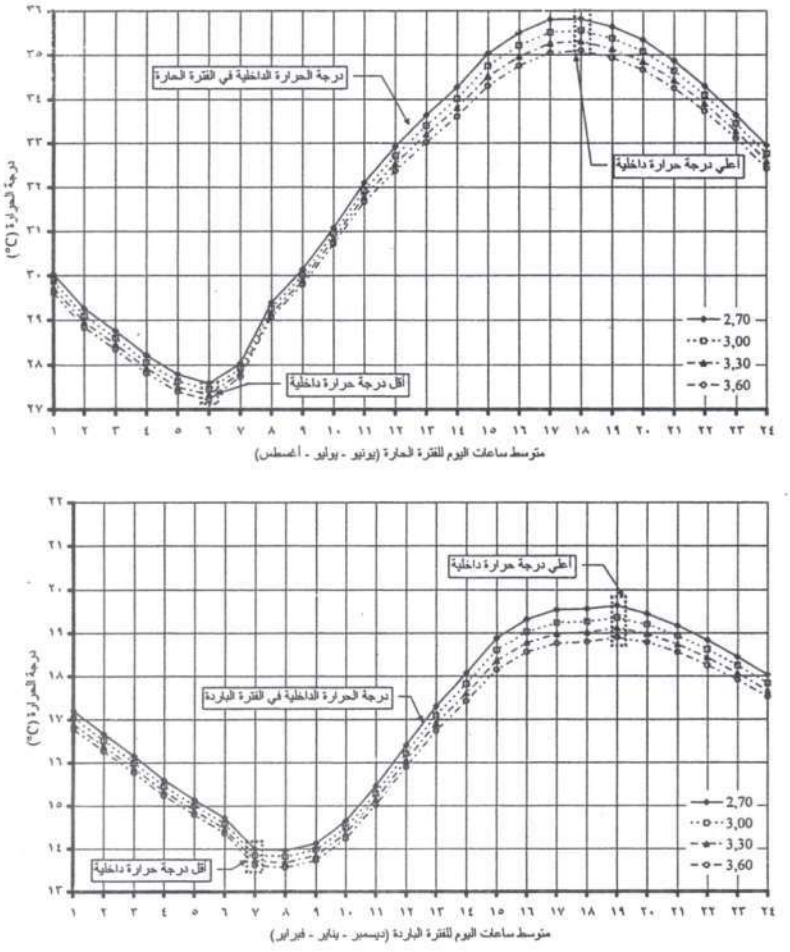
٤-٢- دراسة تأثير تغيير إرتفاع الدور السكني في كل من الفترة الباردة والحارة:

يتم في هذه الجزء دراسة تغيير ارتفاع الدور الأخير (تم اختيار هذا الدور حتى يكون تأثير تغيير ارتفاع الدور واضح نظراً لارتفاع درجة الحرارة داخل الفراغات عن باقي الأدوار) للنموذج السكني (ع) المختار سلفاً، حيث يتم دراسة بين أربع ارتفاعات مختلفة وهم (٢,٧٠ – ٣,٠٠ – ٣,٣٠ – ٣,٦٠م).

يوضح الشكل (١٨) قيم درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لغرفة النوم الرئيسية بالدور الأخير بالنموذج السكني، فيلاحظ تفاوت في درجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة بين جميع الارتفاعات، ونجد الفارق بين درجات الحرارة بين أقصى وأقل ارتفاع لا يتعدي درجة واحدة مئوية مع الوصول إلي أقصي درجة حرارة عند الساعة ٦ مساءً وأقل درجة حرارة عند الساعة ٦ صباحاً،أما عن الفترة الباردة يلاحظ وجود فارق متساوي في درجات الحرارة الداخلية بين الارتفاعات المختلفة يصل إلي نصف درجة مئوية وارتفاع ملحوظ لدرجة الحرارة الداخلية عندما يكون ارتفاع الفراغ ٢,٧٠م .



شكل (١٧): يوضح دليل الراحة الحرارية للأدوار المختلفة لغرفة النوم الرئيسية ذو التوجيه الشمالي.



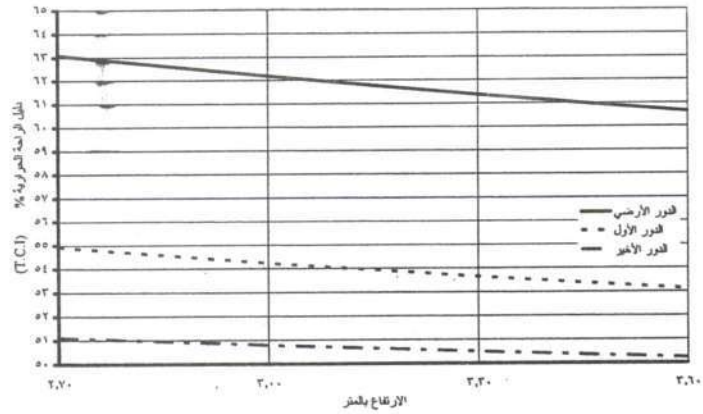
شكل (١٨): يوضح درجات الحرارة الداخلية لارتفاعات مختلفة لغرفة النوم الرئيسية ذو التوجيه الشمالي بالنموذج السكني للفترة الحارة والباردة.

يسجل ارتفاع الفراغ ٣,٦٠م أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية في الفترة الحارة، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت ٣٥,١٠°م عند الساعة ٦ مساءً، وأقل درجة حرارة كانت ٢٧,٢٢°م عند الساعة ٦ صباحاً.

أما عن الفترة البادرة فنجد ارتفاع الدور ٢,٧٠م يسجل أعلي قيم لدرجات الحرارة الداخلية، فنجد أن أعلى درجة حرارة كانت ١٩,٦٤°م عند الساعة ٧ مساء، وأقل درجة حرارة كانت ١٣,٩٦°م عند الساعة ٧ صباحاً.

من خلال دليل الراحة الحرارية يمكن الوصول إلي أفضل ارتفاع للفراغ- شكل (١٩)- حيث نجد أن عندما يكون ارتفاع الفراغ ٢,٧٠م يسجل أعلي قيمة لدليل الراحة الحرارية في جميع أدوار المبنى بسبب ارتفاع درجة حرارة الغرفة في الفترة الباردة، ويلاحظ أيضاً أن ارتفاع للفراغ ٣,٦٠م يسجل أقل قيمة لدليل الراحة الحرارية بسبب انخفاض درجة حرارة الغرفة في الفترة الباردة.

أما عن تغيير ارتفاع الفراغ في الأدوار المختلفة فنجد وجود تأثير قوي لتغيير ارتفاع الفراغ في الدور الأرضي حيث نجد أنه يسجل أعلى قيم لدليل الراحة الحرارية، أما عن الدور الأول وهو الدور المتوسط والدور الثاني (الأخير) في المبنى فنجد تأثير ضعيف عند تغيير ارتفاع الفراغ.



شكل (١٩): يوضح دليل الراحة الحرارية لارتفاعات مختلفة لغرفة النوم التوجيه الشمالي.

مما سبق يمكن أن نستنتج أنه كلما زاد ارتفاع الدور السكني كلما انخفضت درجة الحرارة الداخلية لكن هذا غير مناسب في الفترة الباردة، حيث نجد عندما يكون ارتفاع الدور ٢,٧٠م هو الارتفاع الأفضل إذا أخذنا في الاعتبار الفترة الباردة والحارة وذلك لارتفاع درجات الحرارة الداخلية في الفترة الباردة، أما إذا أخذنا في الاعتبار الفترة الحارة فقط فنجد أن أفضل ارتفاع للدور هو ٣,٦٠م حيث يسجل أقل درجات حرارة داخلية في الفترة الحارة.

٥- النتائج والتوصيات:

يوضح جدول (٢) نتائج الدراسة التطبيقية لتأثير المعالجات المناخية (اختلاف الدور وكذلك ارتفاع الفراغ السكني) على الأداء الحراري داخل الفراغات السكنية، حيث ساهم في تخفيض درجات الحرارة الداخلية.

جدول (٢): يوضح نتائج الدراسة التطبيقية

المعالجة المناخية	نتيجة الدراسة في الفترة الباردة	نتيجة الدراسة في الفترة الحارة	قطاعات رأسية توضيحية
اختلاف الدور	يعتبر الدور الأرضي أنسب الأدوار السكنية في الفترتين الحارة والباردة وذلك لأنه سجل أعلى درجات حرارة في الفترة الباردة وأقل درجات حرارة في الفترة الحارة.		
	أما عند النظر إلي دليل الراحة الحرارية نجد أن أفضل دور سكني هو الدور الأرضي، لأنه يسجل أعلى قيمة لدليل الراحة الحرارية بسبب ارتفاع درجة حرارة الغرفة في الفترة الباردة.		قطاع رأسي يوضح الدور المناسب
ارتفاع الفراغ السكني	يسجل ارتفاع الفراغ ٢,٧٠م أعلى قيم لدرجات الحرارة الداخلية.	يسجل ارتفاع الفراغ ٣,٦٠م أقل قيم لدرجات الحرارة الداخلية.	
	أما عند النظر إلي دليل الراحة الحرارية نجد أن أفضل ارتفاع للفراغ هو ٢,٧٠م، لأنه يسجل أعلى قيمة لدليل الراحة الحرارية بسبب ارتفاع درجة حرارة الغرفة في الفترة الباردة.		قطاع رأسي يوضح الارتفاع المناسب

مما سبق توصي الدراسة بالتالي:

- استخدام برامج المحاكاة عند تصميم المباني أي كانت نوعها، وذلك لرصد الوضع الراهن والبحث عن حلول مناخية ومعمارية للمبنى السكني.
- مراعاة التصميم المناخي للمباني السكنية وذلك لأهميته في تحسين الأداء الحراري داخل الفراغات، مع ضرورة التفكير في هذا الجزء أثناء مراحل التصميم المختلفة للمبني.
- زيادة ارتفاع الدور السكني لما له من أهمية كبيرة في خفض درجات الحرارة الداخلية للفراغات في الفترة الحارة نظراً لزيادة حجم الهواء المتحرك داخل الفراغ.
- أهمية الامتداد الأفقي للنسيج العمراني عند تخطيط أي مدينة وذلك لانخفاض درجات الحرارة الداخلية للفراغات في الأدوار السفلية وارتفاعها كلما ارتفعنا للأدوار العليا، مع مراعاة النسبة بين ارتفاع المبنى وعرض الشارع لما لها تأثير كبير في كمية الظلال ومنها اختلاف درجات الحرارة الداخلية والخارجية.
- مراعاة المشرعين وصناع القرار القوانين التي تساعد على دعم الفكر العمراني المناخي، كما يجب أن تصبح هناك مجموعة مدروسة من القوانين تنظم تشكيل الفراغات البينية في المواقع السكنية على أساس مناخي سليم يرفع من كفاءة المناخية لتلك الفراغات.

٦- المراجع العربية والأجنبية:

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

٢- وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، الهيئة العامة للتخطيط العمراني، **التخطيط العام للتجمع العمراني الجديد بالوادى الأسيوطي**، ١٩٩٧م.

3- Drury B. Crawley, Jon W. Hand, Michae" l Kummert, Brent T. Griffith, **Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs**, Building and Environment, V(43), (2009).

4- 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.

5- Tarek Galal Habib, **Trains of Urban Development in Egypt, Update Evaluation for the Experience of New Urban Communities**, Ph. D., Faculty of engineering, University of Assiut, 2000.

6- http://www.edsl.net/main/Support/Documentation.aspx

7- TAS Building Designer Software (EDSL Tas Version 9.2.0).