Journal of Advanced Engineering Trends
ISSN : 2682 - 2091

Vol.43, No.2. July 2024

http://jaet.journals.ekb.eg

Principles of sustainable design and their impact on energy consumption in residential buildings

Case study: Low-income housing in New Minia city

Basma Y Abdelsalam [(1)] , Mohammed Nabawi Abdou[(2)]

Minia university, Egypt [(1)]

Architectural Engineering Department,

Faculty of Engineering, Minia University, Egypt[(2)]

ABSTRACT:

In the past, man sought to achieve thermal comfort through climate treatments. Today, mechanical solutions are used to achieve this, which leads to increased energy consumption. The role of the designer is to integrate processors into buildings to reduce energy consumption, especially in low-income buildings. Accordingly, the research proposes a methodology for environmentally evaluating these buildings, and studying the suitability of integrating sustainable treatments with them and their impact on cost.

The research presents in the theoretical part the study of housing sustainability, traditional and modern treatments, and energy efficiency strategies. And an analysis of some experiences of housing sustainability and low-income housing in Egypt, with special mention of new Minya city.

In the practical part, a field study was conducted for low-income housing by monitoring the current situation and identifying the most important environmental problems through a personal interview with the residents. And to identify the suitability of sustainable treatments for low-income housing, the time span and the economic efficiency of integrating climatic treatments into these buildings, through a questionnaire of specialists; And draw conclusions.

To achieve the objectives, inductive, analytical and deductive methods were relied upon, then analyze the available data, draw conclusions and propose appropriate recommendations.

Key words: Sustainable design - traditional design treatments - modern design treatments - low-income housing.

Revised: 2 May, 2023, Accepted: 17 June , 2023

مبادئ التصميم المستدام وتأثيرها على استهلاك الطاقة بالمباني السكنية
"دراسة حالة إسكان محدودي الدخل بمدينة المنيا الجديدة"

ملخص البحث

سعى الإنسان في الماضي لتحقيق الراحة الحرارية عن طريق المعالجات المناخية، ومع تغير مفاهيم الحياة تم التوجه نحو الحلول الميكانيكية لتحقيق ذلك، مما أدى إلى الزيادة في استهلاك الطاقة؛ وظهر ذلك جليا في المباني السكنية خاصة مع التزايد السكاني والحاجة إلى المساكن بصورة كبيرة[1]. ودور المصمم هو محاولة دمج المعالجات المناخية بالمباني لتقليل استهلاك الطاقة وخاصة بمباني محدودي الدخل؛ وعليه فإن البحث يقترح منهجية لتقييم هذه المباني بيئيا، ودراسة مدى ملاءمة دمج المعالجات المستدامة بها، وتأثيرها على التكلفة.

يقدم البحث في الشق النظري دراسة استدامة الإسكان، ومفهوم العمارة المستدامة ومبادئها، والمعالجات التقليدية والحديثة، واستراتيجيات كفاءة الطاقة؛ وتحليل لبعض تجارب استدامة الاسكان، وإسكان محدودي الدخل في مصر مع ذكر خاص لمدينة المنيا الجديدة.

ويتناول في الشق العملي دراسة ميدانية لإسكان محدودي الدخل بمنطقة الدراسة، من خلال رصد الوضع الراهن وتحديد أهم المشكلات البيئية بواسطة المقابلة الشخصية للسكان؛ وبواسطة استبيان المتخصصين والمسؤولين يتم التعرف على مدى ملاءمة المعالجات المستدامة لطبيعة إسكان محدودي الدخل، والمدى الزمني لتحقيق الكفاءة الاقتصادية؛ وعرض النتائج والمقترحات لتقييم وتطوير إسكان محدودي الدخل بحالة الدراسة.

ولتحقيق أهداف الدراسة تم الاعتماد على المنهج الاستقرائي والتحليلي والاستنباطي، وتم جمع البيانات بالملاحظة المباشرة والمقابلات الشخصية لعينة من السكان والمتخصصين؛ ثم تحليل البيانات المتاحة واستخلاص النتائج واقتراح التوصيات المناسبة.

الكلمات المفتاحية: التصميم المستدام- المعالجات التصميمية التقليدية- المعالجات التصميمية الحديثة- إسكان محدودي الدخل.

مقدمة البحث

تعتبر استدامة الإسكان أول وأهم احتياجات الإنسان في العصر الحديث والذي يزداد فيه قطاع الإنشاءات زيادة كبيرة، وما يتبعها من زيادة في استهلاك الطاقة، لذلك كان من الضروري اتخاذ خطوات جادة في دراسة طرق تقليل استهلاك الطاقة في المباني للوصول للكفاءة في الاستهلاك عن طريق اختيار التصميم المعماري المناسب، ومواد وتكنولوجيا البناء الملاءمة وإضافة المعالجات التصميمية المستدامة؛ فالتكلفة العالية للطاقة والمخاوف الكبيرة حول ظاهرة المباني غير البيئية ساعدت في إحداث قفزة كبيرة لحركة العمارة المستدامة البيئية لما لها من فوائد كبيرة في خفض استهلاك الطاقة بالمباني وتقليل الأثر البيئي، وكذلك تقليل تكاليف الإنشاء والاستخدام[2].

إشكالية البحث

تتمثل المشكلة في غياب مبادئ ومفاهيم التصميم المستدام بالمباني السكنية وخاصة إسكان محدودي الدخل بمدينة المنيا الجديدة بالإقليم الحار الجاف بمصر، وأدى ذلك إلى عدم تحقيق الراحة الحرارية وزيادة استهلاك الطاقة؛ حيث يعد القطاع السكني المستهلك الأكبر للطاقة المباعة من الكهرباء في مصر، حيث يستهلك 41% من الطاقة الكهربائية طبقا للتقرير السنوي لوزارة الكهرباء والطاقة المتجددة لعام 2022 [3].

أهداف البحث

تمثل الهدف الرئيسي للبحث في تقليل استهلاك الطاقة بالمباني السكنية لمحدودي الدخل بمدينة المنيا الجديدة؛ بالإضافة إلى بعض الأهداف الثانوية كما يلي:

- معرفة أسباب ومعوقات عدم تحقيق مبادئ التصميم المستدام في المباني في مصر
- معرفة مواطن القصور بإسكان محدودي الدخل من الناحية البيئية.
- رصد ومعرفة المعالجات المستدامة المتوافقة مع إسكان محدودي الدخل والمحققة لكفاءة استهلاك الطاقة في الإقليم الحار الجاف.

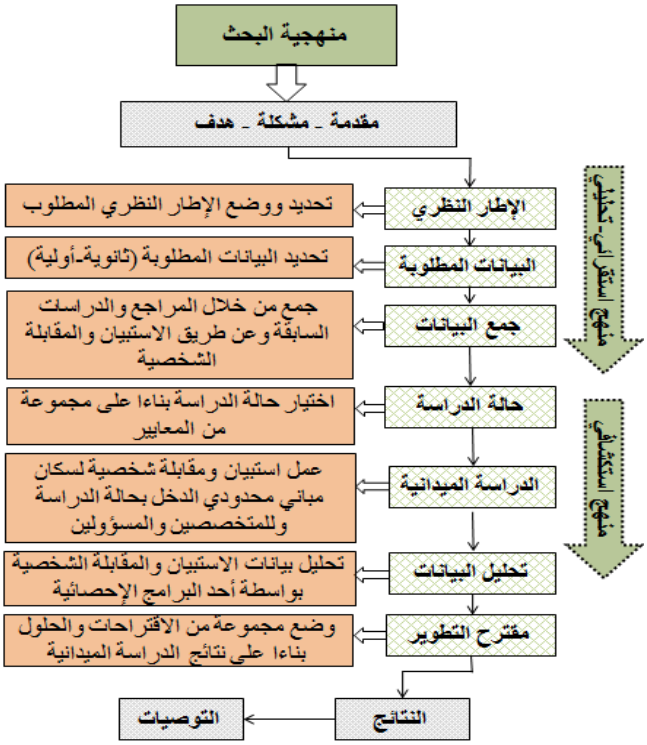
منهجية البحث

اعتمد البحث في تحقيق أهدافه كما بالشكل رقم (1) على المنهجية التالية:

- المنهج الاستقرائي الاستكشافي: وهو المنهج المعني بتجميع الحقائق النظرية والبيانات الأساسية المرتبطة بموضوع الدراسة وذلك بدراسة الاستدامة في قطاع

الإسكان ومفهوم العمارة المستدامة وعلاقة الاستدامة باستهلاك الطاقة، وصور الطاقة وطرق استخدامها بالمباني السكنية، والتعرف على المعالجات المستدامة المحققة لكفاءة استهلاك الطاقة.

- المنهج التحليلي: من خلال عرض وتحليل بعض نماذج لتجارب عالمية ومحلية لاستدامة الإسكان.
- المنهج الاستنباطي الاستكشافي: من خلال عمل دراسة ميدانية على نماذج إسكان محدودي الدخل بمدينة المنيا الجديدة، وتم ذلك من خلال جمع المعلومات من خلال المقابلة الشخصية لبعض الأسر بالمدينة، حيث تمثل شريحة السكان بالمدينة عينة قدرها 332 استمارة، من سكان مباني محدودي الدخل والبالغ عددهم حوالي 12 ألف نسمة بنسبة 25% من عدد السكان بالمدينة[4]؛ وكذلك تم عمل استبيان ومقابلة شخصية لعينة قدرها 50 فردا من المسؤولين والمتخصصين بقطاع الإسكان وهيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، وتم تحديد أنواع المعالجات المستدامة الملائمة لمباني محدودي الدخل بالمدينة، والأسباب التي تعيق التوجه نحو استدامة الإسكان في مصر. ومن ثم يمكن التوصل إلى مجموعة من النتائج المستخلصة من البحث، وطرح بعض التوصيات التي تساعد في تحقيق الاستدامة وتقليل استهلاك الطاقة بإسكان محدودي الدخل.



شكل رقم (1) منهجية البحث

تم اختيار منطقة وعينة الدراسة بناءا على التالي:

أولا: أسباب اختيار منطقة الدراسة

- الموقع المتميز والمتوسط لمحافظة المنيا بين محافظات صعيد مصر.
- المناخ الصحراوي شديد الصعوبة لمدينة المنيا، حيث يتسم المناخ بالقارية ووجود مدى حراري عالي بين درجات الحرارة العظمى والصغرى[5].
- ندرة المعالجات المناخية البيئية الموجودة بالمباني وخاصة المباني السكنية بمدينة المنيا الجديدة.
- قرب مدينة المنيا الجديدة من نطاق عمل الباحثين وذلك لسهولة إجراء المقابلات الشخصية والزيارات الميدانية، مما يعود بالنتائج الدقيقة على البحث.

وبناءا على ذلك فقد تم اختيار المنيا الجديدة منطقة للدراسة، ويمكن الاستفادة من نتائج البحث للتطبيق على باقي مدن الإقليم الحار الجاف في مصر.

ثانيا: أسباب اختيار عينة الدراسة

- تم اختيار مباني محدودي الدخل باعتبار هذه الطبقة الأكثر تأثرا بالجوانب الاقتصادية وتكاليف استهلاك الطاقة؛ وعدم الوعى بأهمية التصميم المستدام بهذا النوع من الإسكان.
- زيادة تكلفة اجراءات التصميم المستدام بالنسبة لسكان مباني محدودي الدخل.
- زيادة معدلات استهلاك الطاقة بالتجمعات السكنية لإسكان محدودي الدخل نتيجة زيادة حجم التجمعات[6]، والتي تحتوي حوالي 25% من سكان المدينة.
- افتقار جميع أنواع إسكان محدودي الدخل بحالة الدراسة لأساليب البناء المستدام.

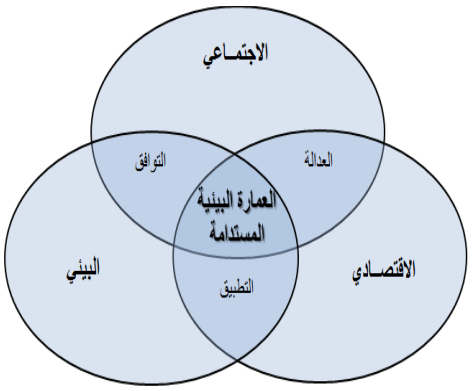
1- الاستدامة في قطاع الإسكان

يتطلب توفير مسكن ملائم للإنسان تحقيق التكامل والخصوصية والملكية، وتناسب فراغاته مع الأنشطة الحياتية والاحتياجات الأساسية للإنسان، كذلك توفر النظام الإنشائي الآمن، وتوفر عناصر الإضاءة والتدفئة والتهوية الطبيعية الجيدة، بجانب الإمداد بالمرافق الأساسية مثل (الكهرباء والمياه والصرف الصحي)، وتوفر الاستدامة البيئية، واستدامة موقع المسكن وقربه من مواقع العمل والخدمات العامة الأخرى، بالإضافة الى ملاءمة التكلفة طبقا لمستوى الاسكان ومستوى دخل ومعيشة السكان؛ فالملاءمة يجب أن تلبي احتياجات المستخدمين وتطلعاتهم مع الأخذ في الاعتبار النظرة العامة للتنمية المتدرجة والمتواصلة للمجتمع ككل[7]، ولفهم ذلك يتم التطرق للمفاهيم التالية:

1-1 مفهوم العمارة المستدامة

بدأ الاهتمام بمفهوم العمارة المستدامة منذ بداية السبعينات من القرن العشرين عندما تم ملاحظة أن هناك نقص كبير في الموارد الطبيعية غير المتجددة، وكان من الواجب خلق نوع من التوازن بين قرارات التنمية في أبعادها الثلاثة البيئي والاجتماعي والاقتصادي كما بالشكل رقم (2)، بهدف تحقيق متطلبات المجتمع والتوافق مع البيئة بأقصى استفادة من الامكانيات الطبيعية المتاحة[8]، وتباينت كثير من

التعريفات حول مفهوم العمارة المستدامة ومن أهمها أن العمارة المستدامة هي: "عملية تصميم المباني باسلوب يحترم البيئة مع الأخذ في الاعتبار تقليل استهلاك الطاقة والمواد والموارد وتقليل تأثيرات الإنشاء والاستخدام علي البيئة مع تعظيم الانسجام مع الطبيعة[9].



شكل رقم (2) المحاور الرئيسية للتصميم البيئي المستدام[7]

2-1 مبادئ الاستدامة المساهمة في تقليل استهلاك الطاقة

يتأثر استهلاك الطاقة بالمباني بشكل عام بمبادئ ومعايير الاستدامة التالية[10]:

- مراعاة المناخ السائد.
- اختيار الموقع المناسب.
- استخدام التصميم المعماري المناسب للمناخ.
- استخدام مواد البناء المناسبة للمناخ المحلي.
- سلوك مستخدمي المبنى.
- الخصائص الاجتماعية والاقتصادية للسكان.

2- أفضل المعالجات التصميمية المحققة للاستدامة في الإقليم الحار الجاف

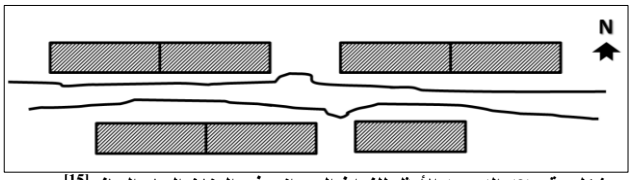
تتبع مدينة المنيا الجديدة الإقليم الحارالجاف، والذي يمتد ما بين مدينة القاهرة وحتى الحدود الجنوبية المصرية، ومن الحدود الغربية إلى مرتفعات البحر الأحمر؛ ويتميز هذا الإقليم بمناخه الصحراوي شديد الحرارة صيفاً خاصة كلما اتجهنا جنوبا بسبب البعد عن البحر[11]؛ ولتحقيق استدامة المسكن بالإقليم الحار الجاف يجب إضافة المعالجات التصميمية المستدامة التي تحقق الراحة الحرارية والاستدامة البيئية وتقلل من استهلاك الطاقة وهي كالتالي:

2-1 معالجات تصميمية تقليدية

إن المدخل للفكر المستدام ليس بجديد فكان المصريون القدماء أول من حاول تطبيقه بالاستفادة من الطاقات الطبيعية في خلق بيئة داخلية مريحة، واستعملوا الملاقف في مساكن تل العمارنة؛ وكذلك استخدمت المدينة العربية الاسلامية معالجات تتفق مع توجهات الاستدامة والتي تعد السباقة في هذا المجال من خلال الأساليب التي اتبعوها[12] . ومن هذه المعالجات نذكر التالي:

2-1-1 شكل وتوجيه المبنى

يقصد بتوجيه المبنى هو وضع الواجهة الرئيسية للمبنى بحيث يأخذ المحور العمودي عليها الإتجاه المطلوب، كما بالشكل رقم (3) ويختلف التوجيه حسب الاقليم المناخي الموجود به المبنى[13]، وأجريت عدة تجارب للوصول للشكل الأنسب للمباني بالإقليم الحار الجاف فكانت النسبة المثلى لإستطالة المبنى هي 1 : 1.3 ويمكن أن تزيد إلى 1 : 1.6 وبخلخلة الكتلة وعمل فناء داخلي تزداد المسطحات الشمالية دون تأثير على نسبة الاستطالة، مما يؤدي إلى زيادة الظل على الواجهات وأرضية الفناء ويعمل على تحسين كفاءة الكتلة[14].



شكل رقم (3) التوجيه الأمثل للفراغ العمراني في المناخ الحار الجاف[15]

2-1-2 مواد البناء

كلما اختلف نوع وسمك مواد البناء اختلفت كمية الحرارة المتبادلة بين المبنى والبيئة المحيطة، حيث تنتقل الحرارة من السطح الخارجي لحائط المبنى إلى الطبقات الداخلية حسب سمك الحائط لتبلغ السطح الداخلي بعد فترة زمنية معينة تسمى التأخر الزمني وهي تتناسب مع المقاومة الحرارية للمادة ومع سمك الحائط تناسباً طردياً[16] ويوضح جدول (1) التأخر الزمني لبعض المواد. ويتوقف كذلك معدل إنتقال الحرارة خلال حوائط المبنى على سمك الحائط ومعامل التوصيل الحراري للمادة، وهو مقدار تخزين المادة من الحرارة المنتقلة إليه ثم إنبعاث باقي الحرارة في الهواء داخل الفراغ. ويوضح الجدول (2) معامل التوصيل الحراري لبعض مواد البناء الشائعة.

جدول (1) التأخر الزمني لبعض مواد البناء[14]

المادة	السمك (سم)	التخلف الزمني (ساعة)
الحجر الطبيعي	20 – 30 – 40 -	5.5 - 8 - 10.5 -15.5
الطوب الطفلي	25 - 38	7.8 - 10.2
الطوب الأحمر	12 – 25 – 38	2.3 - 5.5 - 8.5
الخشـــب	1.25 - 2.5 - 5	0.17 - 0.45 - 1.3
ألواح عازله	1.25 - 2.5 –5	0.08 - 0.23 - 0.7
الخرسانـــة	5 - 10 – 15 -20	1.1 - 2.5 - 3.8 - 5.1

جدول (2) معامل التوصيل الحراري لبعض مواد البناء[11]

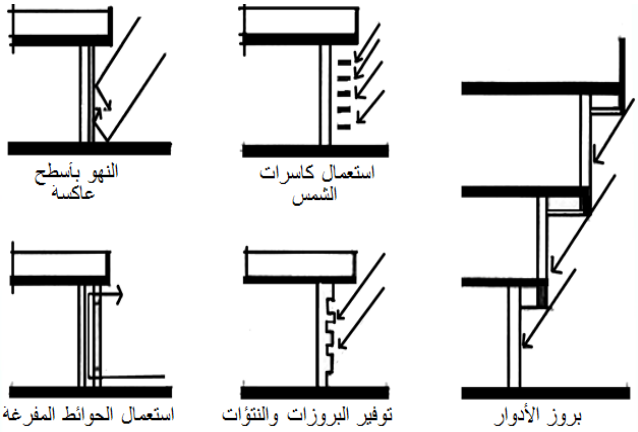
المادة	معامل التوصيل الحراري	المادة	معامل التوصيل الحراري
طوب عادي	0.72	خشب	0.14
طوب واجهة	1.30	رمل	1.72
خرسانة	1.72	فلين	0.036
سيراميك	1.10	صوف زجاجي	0.036
حجارة	1.80	بولسترين	0.040
مونة أسمنتية	0.72	بولي اريسان	0.023
مونة جبسية	0.80	زجاج	0.79

3-1-2 الغلاف الخارجي للمبنى

يتكون الغلاف الخارجي للمبنى من التالي:

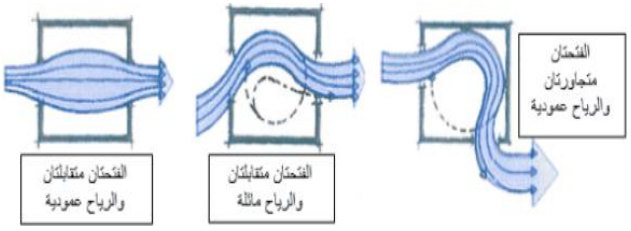
أ- الحوائط الخارجية: وهي حلقة الوصل بين المبنى ومحيطه الخارجي، وتتأثر بعناصر المناخ المختلفة وأهمها الإشعاع الشمسي، ويؤثر سمك الحائط الخارجي للمبنى على كمية الحرارة المنتقلة خلاله والسلوك الحراري للإشعاع الشمسي الساقط على الحائط، ويوجد عدة معالجات للحوائط الخارجية للوصول للراحة الحرارية كما بالشكل رقم (4) وهي[17]:

- بروز الأدوار المتكررة.
- استعمال كاسرات الشمس.
- النهو بأسطح عاكسة للحرارة.
- عمل بروزات ونتوءات بالحوائط الخارجية.
- استعمال الحوائط المزدوجة ذات فراغ تهوية.
- استخدام العزل الحراري بالحوائط الخارجية.



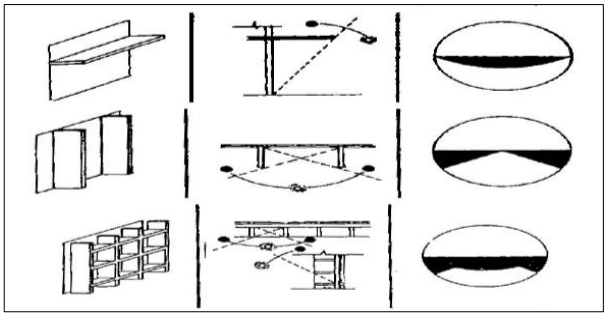
شكل رقم (4) المعالجات المناخية للحوائط الخارجية للمباني[17]

ب- الفتحات: تؤدي الفتحات وظيفتين أساسيتين هما الإضاءة والتهوية الطبيعية، ولكنها تمثل نقاط ضعف بغلاف المبنى، حيث تكتسب أعلى كمية إشعاع شمسي بالنسبة لباقي الحائط وبالتالي يكون لمعالجتها دور كبير وفعال في تقليل الأحمال الحرارية داخل فراغات المباني[18]. ويجب دراسة أماكن الفتحات بعناية شديدة؛ ليزداد متوسط سرعة تدفق وانتشار الهواء كما بالشكل رقم (5). كما يزداد تدفق الهواء بزيادة اتساع الفتحات[19].



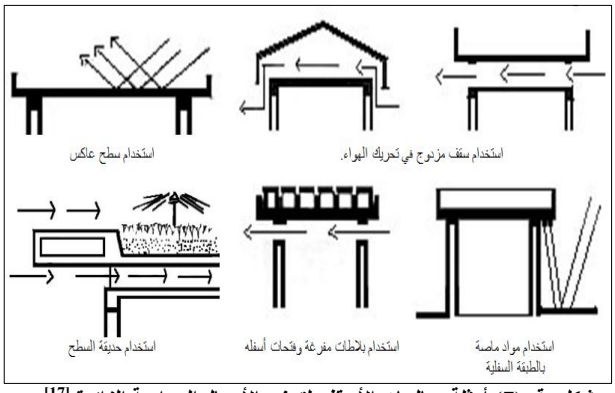
شكل رقم (5) أماكن الفتحات في المسقط الأفقي[14]

ج- كاسرات للشمس: الهدف الأساسي من وجود كاسرات الشمس هو منع أشعة الشمس غير المرغوب فيها في الفترة الحارة من العام من السقوط على وجهات المباني، وتنقسم كاسرات الشمس كما بالشكل رقم (6) إلى وسائل تظليل أفقية، ورأسية، ومركبة[20].



شكل رقم (6) أنواع كاسرات الشمس[13]

د- الأسقف: تعتبر الأسقف مصدرا رئيسيا للإنتقال الحراري بين داخل المبنى وخارجه، حيث تكون أكثر عرضة لأشعة الشمس المباشرة طوال اليوم ولذلك يتم عمل معالجات مناخية للأسقف مثل العزل الحراري والأسقف المزدوجة وغيرها[21]، كما بالشكل رقم (7).



شكل رقم (7) أمثلة معالجات الأسقف لتجنب الأحمال الحرارية الزائدة [17]

ه- **لون حوائط المباني:** الألوان الخارجية الفاتحة والتي تميل إلى اللون الأبيض لها تأثير على كمية الأشعة التي يمتصها الحائط؛ وبالتالي التحكم في تأثير الأشعة الشمسية المنعكسة، وفي حالة استبدال اللون الأبيض بألوان داكنة فإن درجة حرارة السطح الخارجي تختلف على حسب درجة عكس هذا السطح للأشعة، والذي يتوقف على التوجيه[22].

2-2 معالجات تصميمية حديثة

تدرس المعالجات التصميمية الحديثة الجدوى الاقتصادية للتكامل بين التجهيزات التقنية للمباني المستدامة ومدى تأثيرها على خفض تكلفة التشغيل لهذه المباني إلى أن التكامل بين الأنظمة المستدامة الحديثة والتكنولوجية يخفض مقدار تكلفة الاستخدام وتخفض التكاليف المطلوبة خلال مراحل المبنى المختلفة؛ وبذلك يمكن لهذه المباني تخفيض استهلاك الطاقات المستخدمة في المبنى بنسبة تصل إلى 20 :30% [23]؛ ومن معالجات التصميم المستدام الذكية نذكر التالي:

2-2-1 النوافذ الذكية

إضافة أنظمة فتح وغلق النوافذ اوتوماتيكيا في أوقات معينة لتقليل نفاذ الحرارة والإشعاع الشمسي إلى الداخل وذلك عن طريق أجهزة الحاسب الآلي والتي تقوم بتحليل ظروف الطقس الخارجية باستخدام حساسات لتحديد إتجاه وسرعة وقوة الرياح والضغط الجوي والأمطار ودرجة السطوع، ويمكن للحساسات تحديد الغرف الخالية والغرف المشغولة، ويتم فتح النوافذ تلقائيا استجابة للحساسات الخاصة بدرجة الحرارة وإشغال الفراغ والرطوبة وتدفق الهواء[24].

2-2-2 كاسرات الشمس الذكية

إضافة أنظمة التحكم في حركة كاسرات الشمس اوتوماتيكيا في أوقات معينة لتقليل نفاذ الإشعاع الشمسي إلى الداخل، وذلك عن طريق نظام (حساسات الإشعاع الشمسي) وهي عبارة عن أجهزة لها حساسية كبيرة لضوء الشمس حيث تتحكم في تحريك كاسرات الشمس حسب كمية الضوء المطلوبة للفراغ الداخلي وحسب كمية الحرارة المطلوبة، وتعمل على خفض أحمال التبريد وزيادة الراحة الحرارية لمستخدمين المبنى وتحتاج إلى صيانة دورية[25].

2-2-3 أنظمة تبريد وتدفئة المبنى

يتم تزويد الفراغات الداخلية بالتبريد عن طريق دائرة التسخين الأرضية، ووحدات ملف السقف وهي وحدات يتم تغذيتها بالمياه الباردة من مضخة حرارية[26]. وتتم تدفئة المبنى عن طريق دوائر التدفئة الأرضية، حيث توجد شبكة من مواسير المياه مدفونة تحت أرضية المبنى مزودة بألواح تدفئة بالأشعة الشمسية التي تتبع مسار حركة الشمس، وتمر في هذه المواسير مياه بدرجة حرارة مرتفعة لتزويد الفراغات بالتدفئة عن طريق الماء الساخن والبخار[27].

2-2-4 مواد البناء الذكية

هي نتاج التداخل ما بين المواد التقليدية والأنظمة الإلكترونية الحديثة، مما أحدث طفرة في صناعة هذه المواد وجعلها تستجيب للمتغيرات الحادثة من حولها بما يلائم وظيفتها الأساسية، وهي مواد قادرة على التوافق مع البيئة عن تغيير خصائصها الفيزيائية كالشكل واللون ودرجة اللزوجة حسب العوامل الطبيعية التي تتعرض لها؛ ويمكن أن تستخدم المواد الذكية في المبنى في عدة عناصر مثل الهيكل الإنشائي، والغلاف الخارجي، والمعالجات المعمارية للمبنى، والإضاءة، والتصميم الداخلي، والتشطيبات الداخلية والخارجية [26]

2-2-5 الزجاج الموفر للطاقة

استخدام الزجاج العاكس للحرارة والذي يقوم بعكس الحرارة والاستفادة من الإضاءة الطبيعية، وكذلك الزجاج المزدوج أو متعدد الطبقات والذي يسمح بدخول أشعة الشمس المباشرة بينما يمنع سريان الحرارة والأشعة فوق البنفسجية، ويقلل من فقدان الحرارة الداخلية خلال فصل الشتاء؛ ويفضل استخدام إطارات هذه النوافذ من المواد العازلة للحرارة كالخشب والفينيل لاكتمال منظومة الحفاظ على الطاقة، وذلك بجانب استخدام نظام النوافذ الذكية[28] للتحكم في أوقات فتح هذه النوافذ والذي تم ذكره سلفا.

2-2-6 استخدام المنظومات الشمسية

الخلايا الشمسية وتسمى أيضا الخلايا الضوئية أو الكهروضوئية أو الفوتوفولتية وهي المكون الأساسي للمنظومة الشمسية، وتستجيب للإشعاع الشمسي المباشر وغير المباشر محولة طاقة الإشعاع إلى طاقة كهربائية[29]، ويتم دمج وتكامل الخلايا الشمسية مع المبنى عن طريق غلاف المبنى الخارجي (السقف- الحوائط الخارجية) والعناصر المعمارية مثل الشبابيك وأسوار الشرفات[30]؛ والميزة الرئيسية لها هي تحويل المبنى من مستهلك للطاقة إلى منتج لها.

2-2-7 أنظمة الإضاءة الصناعية الذكية

ويستخدم في ذلك أجهزة الحاسب الآلي التي تتعامل مع مجموعة من البيانات المستخرجة من الحساسات الموجودة بالنظام، ويحدد هذا النظام مستوى الإضاءة الصناعية المطلوبة وفقا لكمية الإضاءة الطبيعية الموجودة بالفراغ، كما يعمل الكمبيوتر على إيقاف الإضاءة الصناعية في أوقات النوم، وأوقات تواجد المستخدمين خارج المنزل[26].

3- الطاقة في المباني السكنية

تزايد القلق في الآونة الأخيرة بشأن استهلاك الطاقة المتزايد وتأثيره السلبي على الموارد الطبيعية، لذلك فإن تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني يعتبر من أهم الطرق للحد من المشكلات البيئية الكبرى وتحقيق الاستدامة، فيمكن تقليل الطاقة المستخدمة في عمليات استخدام وصيانة المبنى طوال مدة عمره الافتراضي، عن طريق التصميم مع المناخ أو التصميم البيئي للمباني.

3-1 احتياجات وأنماط استهلاك الطاقة بالمباني السكنية

تعد البيئة الداخلية للمبنى والظروف المناخية الخارجية وخصائص المبنى من أهم العوامل المؤثرة في كمية الطاقة اللازمة لتلبية احتياجات السكان[31]، ويشمل استهلاك الطاقة بالمباني جميع أشكال الطاقة اللازمة في جميع مراحل عمر المبنى، بدءا من مرحلة الإنشاء وحتى مرحلة الاستخدام، واستهلاك الطاقة في المباني يتم من خلال عمليات التبريد والتدفئة وتسخين وضخ المياه، والإضاءة الصناعية والأجهزة الكهربائية وغيرها.

2-3 استراتيجيات تحقيق كفاءة الطاقة في المباني السكنية

إن نظام الطاقة في المباني نظام مترابط تؤثر جميع عناصره على بعضها البعض، وللوصول لأقصى كفاءة ممكنة لاستخدام الطاقة يجب التعامل مع كافة عناصر المبنى على حد سواء[32]. ولا يعتمد ترشيد الاستهلاك على استخدام الطاقات المتجددة فقط، ولكن يمكن لأنظمة الطاقة التقليدية أن تكون موفرة إذا تم ترشيدها، ومراعاة بعض العناصر المحققة لذلك مثل كفاءة التصميم المناخي، والعزل الحراري للمباني وكفاءة الإضاءة واستخدام الطاقات المتجددة.

3-3 الراحة الحرارية وكفاءة الطاقة

تشمل عوامل الراحة في البيئة الداخلية على الراحة الحرارية وجودة الهواء، وبالإضافة إلى فوائد تحقيق الراحة الحرارية للسكان على الصحة العامة والسلوك والإنتاجية، فإنها تؤثر أيضا على كمية استهلاك الطاقة في المباني، إذ تتطلب المباني التي لم تكن مصممة لتحقيق الراحة الحرارية للمستخدمين المزيد من أحمال التدفئة والتبريد لتحقيقها، مما يزيد أيضا من الانبعاثات الكربونية؛ وتعرف الراحة الحرارية بأنها قدرة الجسم البشري على أداء وظائفه الحيوية بأقل قدر ممكن من الإجهاد على أجهزة الجسم وخلاياه[32].

4- تجارب الاستدامة الاقتصادية في الإسكان

تم اختيار نماذج لبعض التجارب العالمية والمحلية بناءا على تحقيقها لمبادئ التصميم المستدام في الإسكان، حيث حققت كل تجربة مبادئ ومعايير الاستدامة في التصميم المعماري طبقا لظروفها المناخية؛ ثم يتم استخلاص عناصر التأثير والدروس المستفادة من التجارب بهدف استنتاج تأثير التصميم المستدام للمباني على كفاءة استخدام الطاقة؛ وتم اختيار التجارب في مناطق وبيئات مناخية مختلفة لاستكشاف تأثير البيئات المختلفة على التصميم المعماري، كذلك التنوع في اختيار نماذج التجارب من حيث الموقع والمساحة وعدد السكان، واختيار التجارب التي حدثت في الفترة الزمنية القريبة في القرن الواحد والعشرين. ويوضح الجدول (3) عرض لنماذج التجارب ويوضح اسم ووصف التجربة والأهداف البيئية، ومدى تحقق مبادئ التصميم المستدام، ومعايير الاستدامة.

جدول (3) مقارنة بين تجارب الاستدامة الاقتصادية للإسكان[33] [34] [35] [36]

التجربة	قرية الألفية- لندن	مدينة دونجتان- الصين	مشروع هرم سيتي مدينة 6 أكتوبر- مصر
الوصف	تم تطوير القرية عن طريق عمل مسابقة حيث كانت الدولة وقتها تنادي بتوفير الطاقة والتصميم الاقتصادي للمباني والخوف من نقص الطاقة.	في اطار اهتمام الدولة الصينية بتطبيق مفاهيم ومبادئ الاستدامة البيئية، بدأت فكرة إنشاء مدينة مستدامة تكون نموذجا تسير على نهجه جميع المدن الصينية.	تم تفعيل مبدأ الاستدامة البيئية في المشروع عن طريق استخدام بعض المفردات العمرانية والمعمارية التي تساعد في خفض تكلفة الإنشاء
الأهداف البيئية	- الاعتماد على مباني عصرية تلائم نمط الحياة الحديث - استخدام نظم العمارة الذكية. - تحقيق مبدأ المجتمع المستدام. - وضع نموذج للتطوير المستدام. - ترشيد استهلاك الطاقة في البناء باستخدام البناء سابق التجهيز. - وضع أسس وركائز لأفكار مستقبلية مبتكرة للتصميم المستدام.	- عدم الإضرار بالبيئة الطبيعية. - الحفاظ على التنوع الحيوي والموارد الطبيعية المتجددة. - كفاءة استخدام الأراضي. - كفاءة وترشيد استخدام المياه. - ترشيد استخدام الطاقة والاعتماد على الطاقات المتجددة. - توفير المسكن الملائم بيئيا واقتصاديا. - الحفاظ على الموارد الطبيعية.	- استخدام مبادئ الاستدامة - استخدام المفردات المعمارية التي تساعد في خفض تكلفة الإنشاء. - دعم المشروع لبعض المبادرات المجتمعية وأنشطة ومؤسسات المجتمع المدني لتنمية الدخول للفئات المستهدفة. - الحفاظ على طبوغرافية الموقع. - الملاءمة البيئية للتشكيل المعماري. - تقليل التكلفة لتناسب فئة السكان المستهدفة.
التصميم المستدام	- تجميع المباني بطريقة تساعد في تحريك الرياح والهواء بحيث تخلق مناخا محليا أكثر دفئا. - فتح النوافذ والتراسات الداخلية للمباني على أفنية داخلية. - استخدام المعالجات المعمارية المستدامة.	- توافق المباني مع الموروث الثقافي والحضاري للمجتمع. - ملاءمة المباني للمناخ المحلي. - استخدام المعالجات المستدامة. - تطبيق مفاهيم ترشيد استهلاك الطاقة . - تقليل الاستهلاك بنسبة 70%، والاعتماد على المصادر المتجددة.	- توجيه الوحدات السكنية شمالا. - التوافق مع طبوغرافية الموقع العام. - تم تصميم النموذج السكني بشكل منفصل. للسماح بحركة الهواء وتهوية أفضل للفراغات الداخلية. - استخدام ألوان فاتحة بالواجهات. - عمل الفتحات ضيقة ومرتفة.
معايير الاستدامة	- الاعتماد على الطاقة من مصادر متجددة كطاقة الشمس وطاقة الرياح بنسبة 10%. - تقليل الاستعمال الأساسي للطاقة بنسبة 80%. - التقليل في الطاقة الكامنة بنسبة 50%.	- مراعاة استدامة الموقع، ودمج مكوناته مع التصميم العمراني - ملاءمة التصميم المعماري للمناخ - استخدام مفاهيم ترشيد استهلاك الطاقة بالمباني السكنية - استخدام الطاقات المتجددة والمواد المعاد تدويرها وتطبيق نظم إعادة تدوير المياه	- استخدام المعالجات المعمارية المناخية. - استخدام مفاهيم الاستدامة بالموقع السكني ومراعاة التوجيه في توزيع المباني. - ترشيد استهلاك الطاقة وتقليل التكلفة أثناء مرحلة الإنشاء والتنفيذ. - استخدام نماذج سكنية تناسب المناخ. - دمج المفردات التراثية في التصميم.

من خلال دراسة التجارب السابقة والتي حققت نجاحا كبيرا في انشاء تجمعات عمرانية مستدامة، وقدمت مستوى أفضل من التوافق مع المناخ والبيئة المحيطة؛ تم استنتاج الآتي:

- استخدام المعالجات المناخية المعمارية في البناء يساهم في تحقيق الاستدامة البيئية، ويقلل استهلاك الطاقة.
- توافق التصميم المعماري مع الموقع يساعد في تحقيق الراحة الحرارية.
- استخدام التوجيه المناسب، وتوزيع المباني بطريقة سليمة يساعد على حركة الهواء حول المباني، ودخول الهواء للمباني بطريقة أفضل.
- مراعاة الموروث الثقافي والاجتماعي في التصميم ينتج مباني متوافقة مع مستخدميها، ومحققة للكفاءة البيئية والاجتماعية.
- استخدام الطاقات الطبيعية المتجددة بالمباني يحول المبنى من مستهلاك للطاقة إلى منتج لها، ويساهم في الحفاظ على الطاقات غير المتجددة.
- تطبيق مفاهيم ترشيد استهلاك الطاقة في تصميم المباني السكنية، يقلل من استهلاك الطاقة بنسبة مرتفعة جدا.
- استخدام المسطحات الخضراء والغطاء الشجري يساهم بحد كبير في تحسين البيئة العمرانية للتجمعات السكنية.
- استخدام مواد العزل الحراري بالغلاف الخارجي للمبنى (السقف- الحوائط الخارجية) يساهم إلى حد كبير في تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية، وتحقيق الراحة الحرارية.
- تقييم الأثر البيئي لتصميم المباني يساهم في ترشيد استهلاك الطاقة، وتحقيق الراحة الحرارية.
- استخدام مواد البناء المحلية يساهم في تقليل تكلفة الإنشاء.

5- إسكان محدودي الدخل في مصر

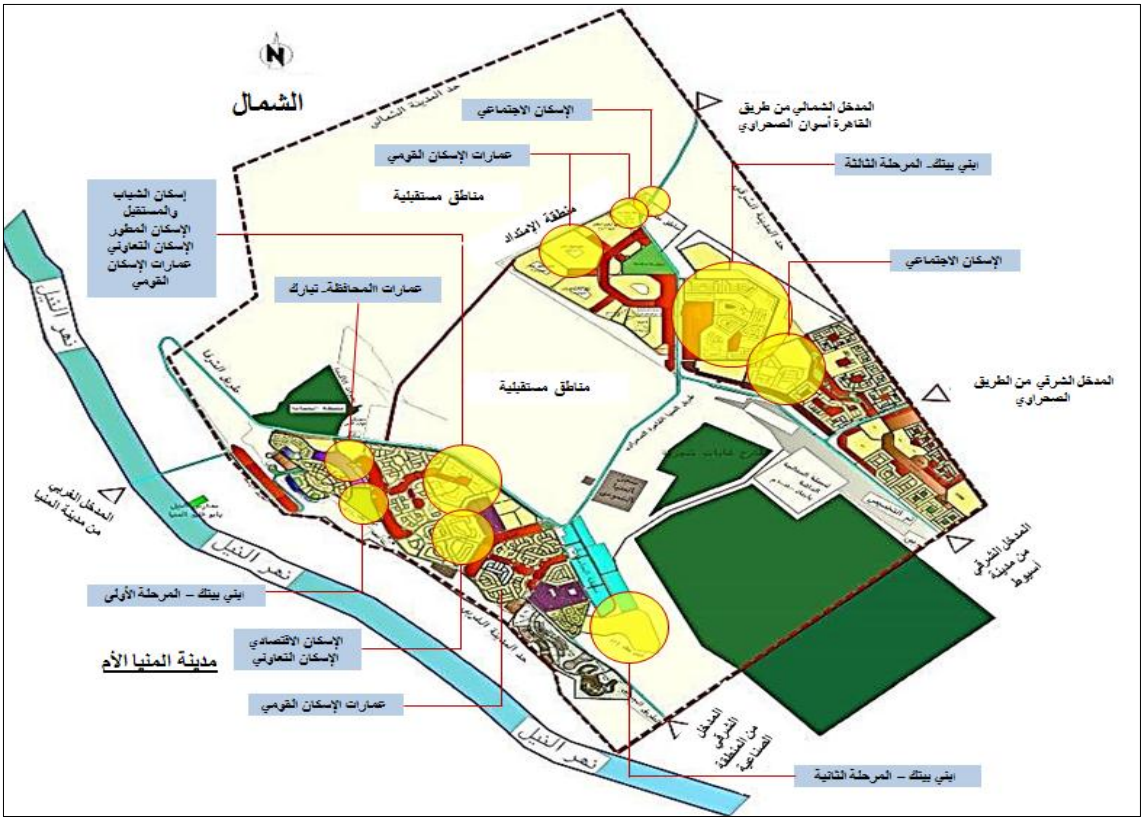
حددت الحكومة المصرية هدفها في مجال الإسكان والذي ينص على أن المسكن الصحي المناسب حق طبيعي لكل مواطن وعلى الدولة أن تيسر له سبل الحصول عليه بمقابل عادل ومناسب، كذلك تم النظر إلى الإسكان الاقتصادي وإيلائه أهمية خاصة بالشكل الذي يتناسب وآدمية الإنسان ومتطلباته النفسية والمادية[37].

5-1 أنواع الإسكان التي تقيمها الدولة

اهتمت الحكومات والأنظمة المصرية بمشروعات الإسكان المدعم منذ خمسينات القرن الماضي حتى يومنا هذا، وتغيرت اسماء هذه المشروعات ما بين إسكان شعبي، وإسكان اقتصادي، وإسكان الشباب، وإسكان اجتماعي؛ وأنفقت الحكومة المصرية مليارات من الاستثمارات والدعم على هذه المشروعات[38].

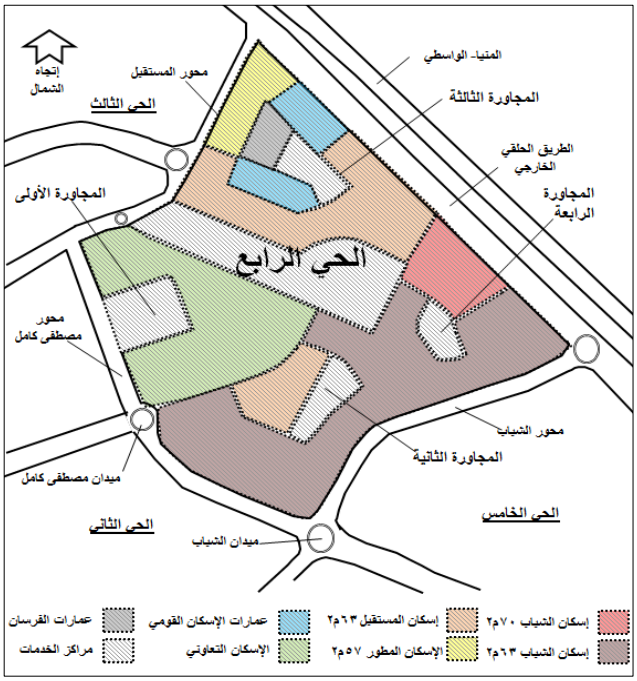
5-2 مشروعات إسكان محدودي الدخل بمنطقة الدراسة

وزعت مشروعات إسكان محدودي الدخل على أحياء المدينة وكذلك منطقة الإمتداد السكني (زهراء المنيا الجديدة)، ويوضح الشكل رقم (8) مواقع الإسكان بالمدينة.



شكل رقم (8) مواقع إسكان محدودي الدخل بمدينة المنيا الجديدة[4]

وتتميز هذه المواقع بالقرب من مركز المدينة أو البعد عنه، كذلك الحال مع مدينة المنيا الأم. وتتركز معظم أنواع إسكان محدودي الدخل في الحي الرابع من مدينة المنيا الجديدة، حيث أن جميع المباني السكنية به تنتمي لهذه الفئة كما بالشكل رقم (9)، يليه الحي السادس والذي توجد به مجاورة سكنية بأكملها لمباني محدودي الدخل، ثم الحي الأول والذي وزعت فيه مباني محدودي الدخل بين الفيلات السكنية على ثلاث مجاورات سكنية، وتوجد أيضا مجمعات سكنية لمحدودي الدخل في منطقة الامتداد (زهراء المنيا الجديدة) ولكن نسبة الإشغال فيها مازالت قليلة جدا[39].



شكل رقم (9) اسكان محدودي الدخل بالحي الرابع بالمنيا الجديدة[4]

ـ الدراسة الميدانية

أجريت الدراسة الميدانية في الفترة من 2022 /8/1م إلى 2022/10/25م؛ لاستيعاب كامل العينة المطلوبة، وتم عمل ذلك في شكل عينة عشوائية بسيطة لمجتمع متجانس وتم التأكد من فاعلية الاستمارات من خلال عمل عينة استطلاعية بهدف التأكيد على الصدق البنائي للاستبيان. تم جمع البيانات الخاصة بالسكان عن طريق المقابلة الشخصية للتأكد من سلامة الأجوبة ومصداقية الردود، حيث تم سؤال السكان عن أهم المشكلات البيئية بوحداتهم السكنية والراحة الحرارية واستهلاك الطاقة الكهربائية، وبالنسبة للجزء الخاص بالمتخصصين تم عمل مقابلة شخصية بجهاز مدينة المنيا الجديدة ومديرية الإسكان والمرافق بالمنيا، وتم عمل استمارة استبيان بصورة إليكترونية باستخدام منصة (Google forms) الرقمية للمتخصصين بصفحة هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، وأساتذة التصميم البيئي بالجامعات، لزيادة إمكانية الوصول لعينة كبيرة من المتخصصين؛ حيث تم سؤال المتخصصين عن مدى ملاءمة المعالجات المستدامة لطبيعة إسكان محدودي الدخل، وأهم أسباب إعاقة انتشار الفكر المستدام في مصر، والمدى الزمني والكفاءة الاقتصادية لدمج مثل هذه المعالجات بمباني محدودي الدخل بحالة الدراسة.

اعتمد تحديد حجم العينة على عدد الأسر بإسكان محدودي الدخل بمدينة المنيا الجديدة، وتم حساب حجم العينة عن طريق المعادلتين [(ن$_1$) =(Z^2/ خ$^2_م$) * ف (1- ف)] و [حجم العينة = ن$_1$/ 1 + (ن$_1$-1/ن)]

حيث:

- Z: القيمة المعيارية عند مستوى ثقة معين وهي تساوي 1.96 عند مستوى دلالة 0.05 أو مستوى ثقة 95%.
- خ $_م$: الخطأ المعياري المسموح به وهو 0.05 عند مستوى ثقة 95%.
- ف: هي درجة الاختلاف بين مفردات المجتمع الإحصائي، وقد اتفق العلماء على وضعها بقيمة ثابتة دائما 0.5.
- ن1: حجم العينة من مجتمع غير معلوم.
- ن: حجم المجتمع الإحصائي وهو 12000/متوسط عدد الافراد بالأسرة (2400 أسرة).

ونتج عنها عينة قدرها 332 أسرة. وتم عمل عينة قدرها 50 فرد من المتخصصين والمسؤولين.

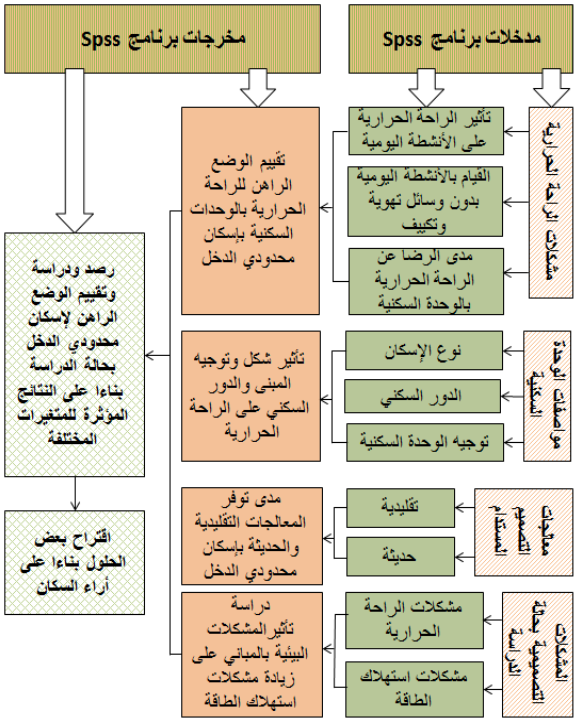
7- تحليل نتائج الدراسة الميدانية

تم استخدام برنامج SPSS الإصدار 21 في تحليل البيانات الإحصائية الناتجة من المقابلة الشخصية للسكان، والمسؤولين والمتخصصين، للوصول لبعض المؤشرات الخاصة بالمشكلات البيئية واستهلاك الطاقة، ولدراسة مدى توافق مبادئ الاستدامة البيئية للمباني السكنية، ودراسة استهلاك الطاقة، والمدى الزمني لتحقيق الكفاءة الاقتصادية بحالة الدراسة، كذلك الحال مع باقي متغيرات الدراسة حيث تم استخدام اختبار (Independent sample t test) للعينة المستقلة للمقارنة بين وسيلتين في حساب متوسط قيمة فاتورة الكهرباء شهريا في الاستمارة الخاصة بالسكان، وتم استخدام اختبار (One way ANOVA test) أحادي الاتجاه للمقارنة بين أكثر من وسيلتين في العلاقه بين الرضا عن الراحة الحرارية ومتوسط فاتورة الكهرباء في الاستمارة الخاصة بالسكان؛ وتم استخدام اختبار (Chi square test) للمقارنة بين العديد من النسب في جميع البيانات الأخرى، ولاختبار المتغيرات الهامة والمؤثرة؛ وتم اعتماد النتائج عند مستوى دلالة أقل من 0.05 فقط بناء على المنهجية المقترحة للدراسة واستبعاد النتائج المخالفة لذلك.

7-1 المقابلة الشخصية للسكان

تم تحليل نتائج المقابلة الشخصية لسكان حالة الدراسة كما بالشكل رقم (10) حيث تم إدخال البيانات الخاصة بمشكلات الراحة الحرارية ومواصفات الوحدة السكنية

وتوفر معالجات التصميم المستدام بالمباني السكنية وغيرها لبرنامج SPSS، وتم استنتاج التالي:

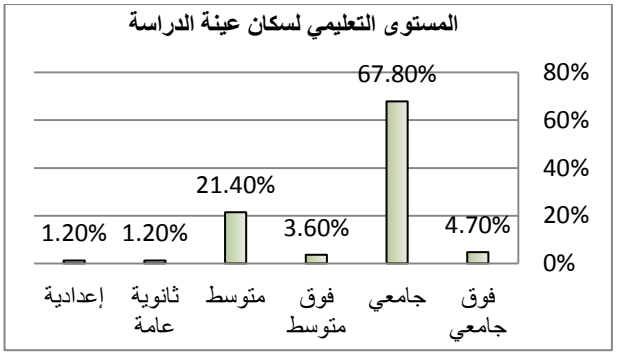


شكل رقم (10) المدخلات والمخرجات الخاصة بالسكان ببرنامج التحليل الاحصائي

1-1-7 البيانات العامة لسكان مباني محدودي الدخل

من خلال تحليل البيانات العامة من حيث الأعمار والمستوى التعليمي وعدد أفراد الأسرة وغيرها تم الوصول للتالي:

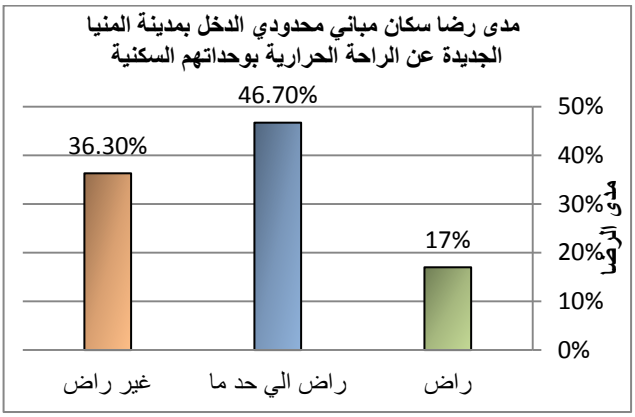
- شملت العينة أنواع مختلفة لإسكان محدودي الدخل بمدينة المنيا الجديدة.
- 4.7% من السكان مستوى تعليمهم فوق جامعي و67.8% تعليم جامعي ويعني ذلك ارتفاع معدلات المستوى التعليمي لعينة الدراسة، شكل رقم (11).
- عدد أفراد الأسرة الغالب في العينة هو خمسة أفراد.



شكل رقم (11) النسب المئوية للمستوى التعليمي لسكان عينة الدراسة

2-1-7 مدى رضا السكان عن الراحة الحرارية

تم رصد مدى رضا السكان عن الراحة الحرارية بوحداتهم السكنية كما بالشكل رقم (14)، حيث تؤثر مشكلات الراحة الحرارية على نسبة 75% من العينة؛ ونسبة 72.6% من سكان العينة لا يستطيعوا القيام بأنشطتهم دون استخدام المروحة والتكييف؛ مما أثر بالتبعية عن مدى الرضا لدى سكان عينة الدراسة؛ ويمثل السكان الراضون عن الراحة الحرارية بوحداتهم السكنية 17 % فقط من عينة الدراسة؛ كما بالشكل رقم (12). وكان أهم أسباب الرضا هو التوجيه البحري للوحدة السكنية وعدم دخول أشعة الشمس غير وقت قليل صباحا، وسريان الهواء بشكل جيد.

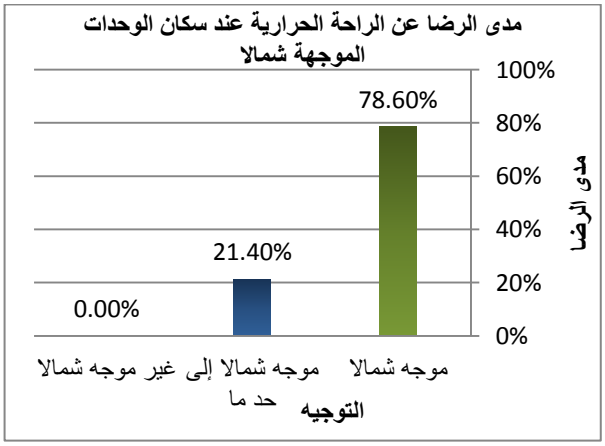


شكل رقم (12) مدى رضا السكان عن الراحة الحرارية بوحداتهم السكنية

وكانت أهم أسباب عدم الرضا كالتالي:

- التوجيه السئ، وزيادة دخول الإشعاع الشمسي، ومرور الهواء أمام النوافذ وعدم نفاذه منها.
- استخدام الإضاء الصناعية نهارا بسبب عدم فتح النوافذ لشدة الإشعاع الشمسي الواقع عليها.
- قلة مسطح الشبابيك ببعض النماذج السكنية.
- زيادة تكلفة الطاقة اللازمة لتحقيق الراحة الحرارية.
- احتفاظ المبانى بالحرارة وعدم التخلص منها بسهولة، مما يتسبب في زيادة الحرارة داخل المبنى عن خارجه.

ويوضح الشكل رقم (13) العلاقة بين مدى الرضا عن الراحة الحرارية بالوحدات السكنية والتوجيه شمالا، ويتضح من الشكل أن سكان الوحدات السكنية غير الموجهة شمالا الأقل رضا عن الراحة الحرارية بوحداتهم السكنية؛ وأن نسبة 78.6% من السكان الراضيين عن الراحة الحرارية متوفر بوحداتهم التوجيه الشمالي.

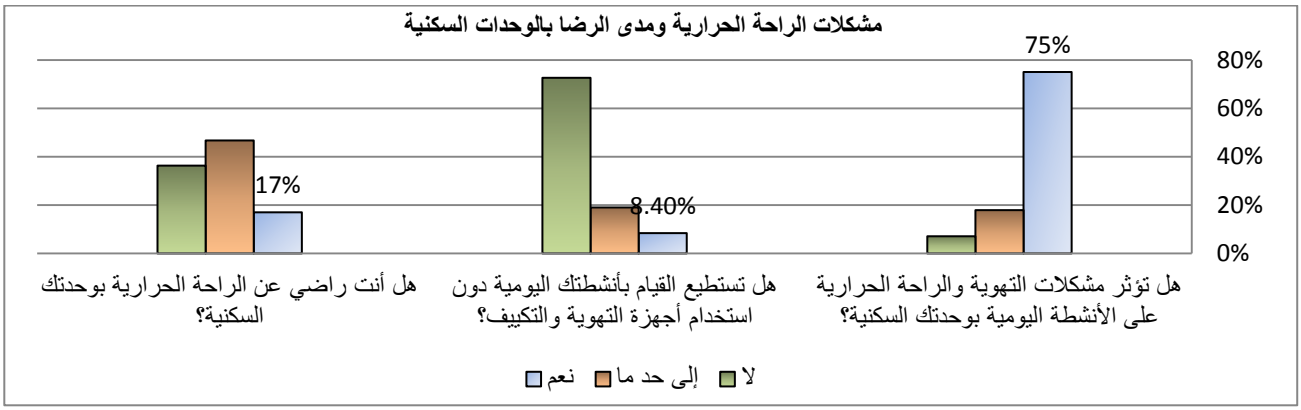


شكل رقم (13) العلاقة بين الرضا عن الراحة الحرارية والتوجيه شمالا

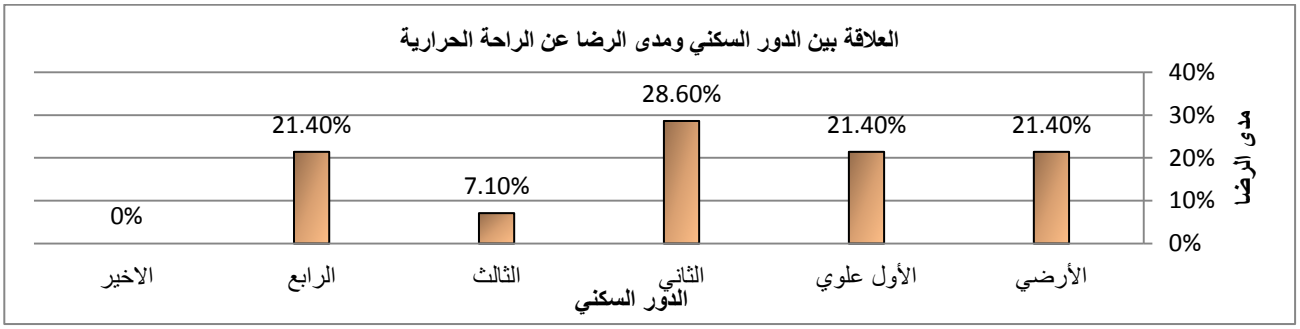
ويوضح شكل رقم (15) العلاقة بين مدى الرضا عن الراحة الحرارية بالوحدات السكنية والدور السكني للوحدة، وتمثل نسبة الرضا للدور الأخير 0%؛ وذلك بسبب عدم كفاءة العزل الحراري لسقف المبنى.

6-1-3 رصد توفر المعالجات التصميمية بعينة الدراسة

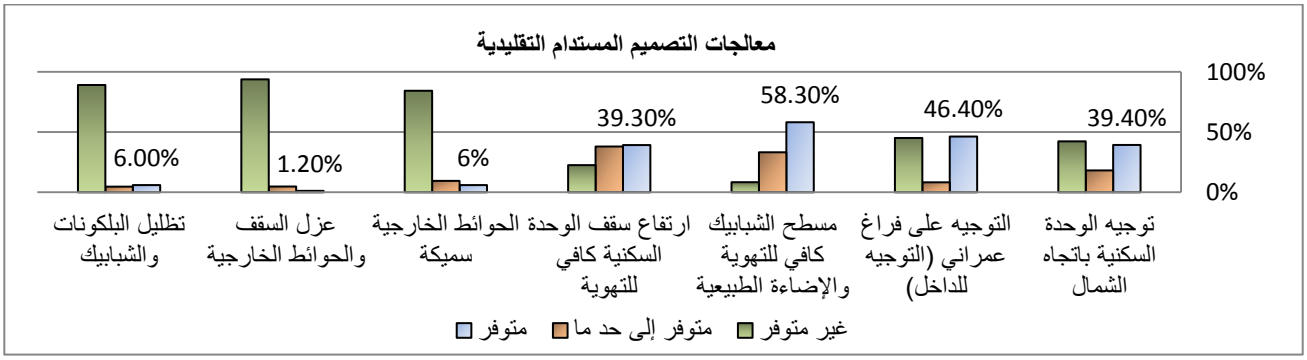
تم بالدراسة الميدانية أيضا دراسة مدى توفر معالجات التصميم المستدام التقليدية والحديثة بإسكان محدودي الدخل بمدينة المنيا الجديدة، وتبين إفتقار هذه المباني للمعالجات الحديثة تماما، ووجود المعالجات التقليدية بنسبة صغيرة كما بالشكل رقم (16).



شكل رقم (14) مشكلات الراحة الحرارية والأنشطة اليومية داخل الوحدات السكنية



شكل رقم (15) العلاقة بين الدور السكني ومستوى الرضا



شكل رقم (16) مدى توفر معالجات التصميم المستدام التقليدية بعينة الدراسة بإسكان محدودي الدخل

7-1-4 مقترحات السكان بعينة الدراسة

عند سؤال السكان عن مقترحاتهم لمعالجة المشكلات البيئية بوحداتهم السكنية كانت الإجابات كالتالي:

- توزيع العمارات السكنية بطريقة أفضل لتحريك الهواء.
- استخدام الطاقة الشمسية والتكييف المركزي.
- زراعة الأسقف والتشجير حول الواجهات.
- اعتماد تصميمات معمارية يكون وضع الشقق بالدور السكني جميعها في إتجاه الشمال.
- رفع منسوب الدور الأرضي لتحسين الإضاءة الطبيعية.

7-1-5 رصد المشكلات البيئية بعينة الدراسة

يستكمل البحث من خلال الدراسة الميدانية رصد المشكلات البيئية بعينة الدراسة، للتعرف على نقاط الضعف الموجودة بالمباني وكانت نسب وجود المشكلات البيئية كما بالشكل رقم (17)؛ وعند سؤال السكان في الأسئلة المفتوحة عن أهم المشكلات البيئية الأخرى في وحداتهم السكنية كانت الإجابات كالتالي:

- قلة المسطحات الخضراء والتشجير حول الواجهات.
- عدم عزل الأسقف والحوائط الخارجية.
- ارتفاع درجة الحرارة داخل الوحدة السكنية على الرغم من وجود هواء بارد أو متوسط البرودة خارج المبنى.
- انخفاض درجة الحرارة داخل المبنى عن خارجه شتاءا.

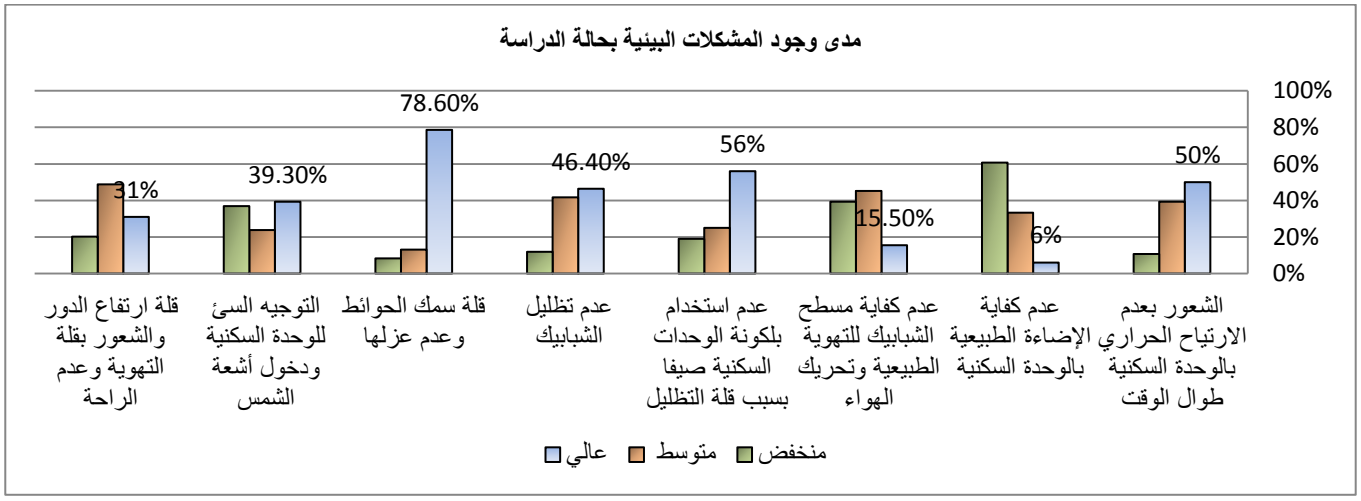
وعلى الرغم من وجود مشكلات بيئية ونقاط ضعف يوجد أيضا مميزات ونقاط قوة بهذه المباني وهي كالتالي:

- كفاية الإضاءة الطبيعية بفراغات النوم والمعيشة.
- كفاية مسطح الشبابيك للتهوية الطبيعية.
- كفاية ارتفاع الدور السكني إلى حد ما.
- وجود مساحات مفتوحة وفراغات عمرانية بين المباني.

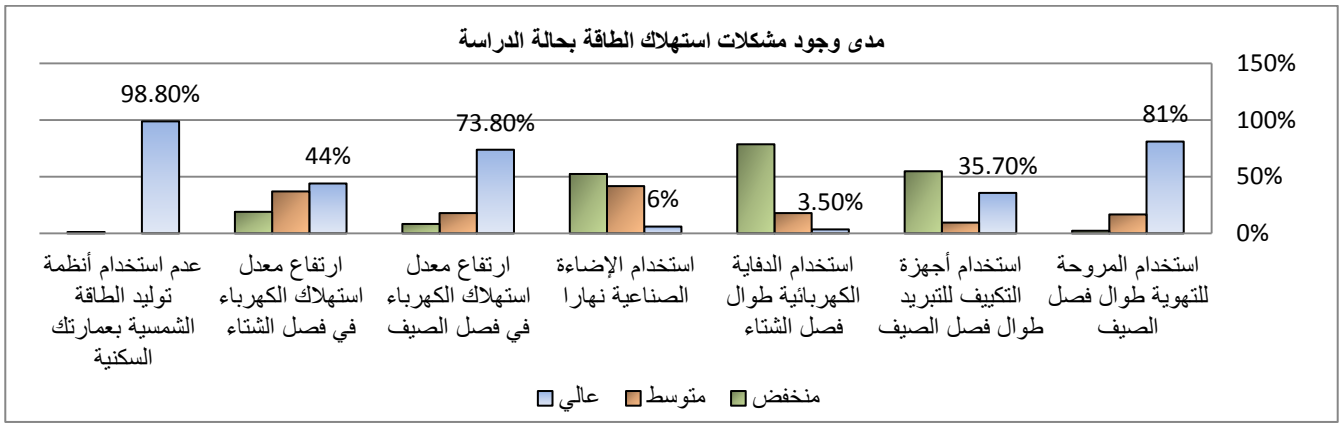
7-1-6 رصد مشكلات استهلاك الطاقة الكهربائية

من خلال الدراسة الميدانية تم رصد مشكلات استهلاك الطاقة كما بالشكل رقم (18) حيث تبين التالي:

- استخدام أجهزة التهوية والتبريد الصناعية بشكل كبير.
- ارتفاع معدل استهلاك الطاقة صيفا وشتاءا.
- عدم استخدام أنظمة توليد الطاقة الكهربائية المتجددة.
- استخدام الإضاء الصناعية نهارا في فراغات الخدمة.

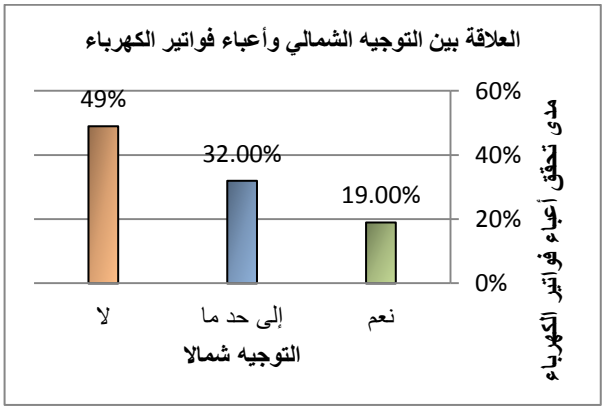


شكل رقم (17) نسبة وجود المشكلات البينية بعينة الدراسة لإسكان محدودي الدخل بمدينة المنيا الجديدة



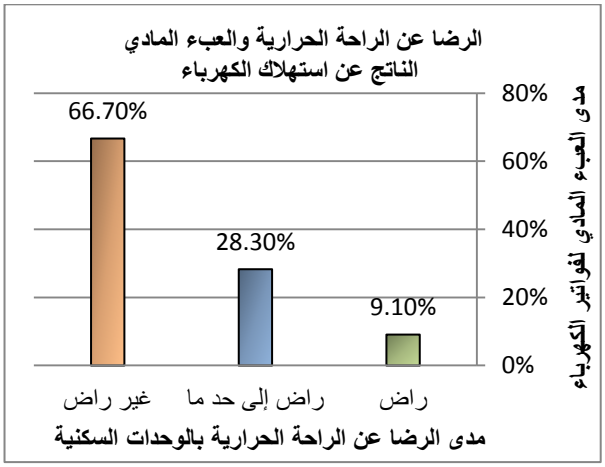
شكل رقم (18) نسبة وجود مشكلات استهلاك الطاقة بعينة الدراسة لإسكان محدودي الدخل بمدينة المنيا الجديدة

وتبين أيضا من المقابلة الشخصية لعينة الدراسة أن قيمة فواتير الكهرباء تمثل عبئا ماديا لنسبة 66.4 % من سكان العينة، وتتراوح من 100: 1500 جنيه مصري شهريا في الصيف، من 50: 800 جنيه مصري شهريا في الشتاء، ومتوسط قيمة فاتورة الكهرباء صيفا هو 474.8 جنيها بإنحراف معياري 347.2، والمتوسط المرجح لقيمة فاتورة الكهرباء شتاءا هو 273.8 جنيها، بانحراف معياري 148.7؛ ويدل ذلك على زيادة التكلفة الاقتصادية للطاقة الكهربائية بعينة الدراسة. ويوضح الشكل رقم (19) العلاقة بين العبء المادي لفاتورة الكهرباء وتوجيه الوحدة السكنية.



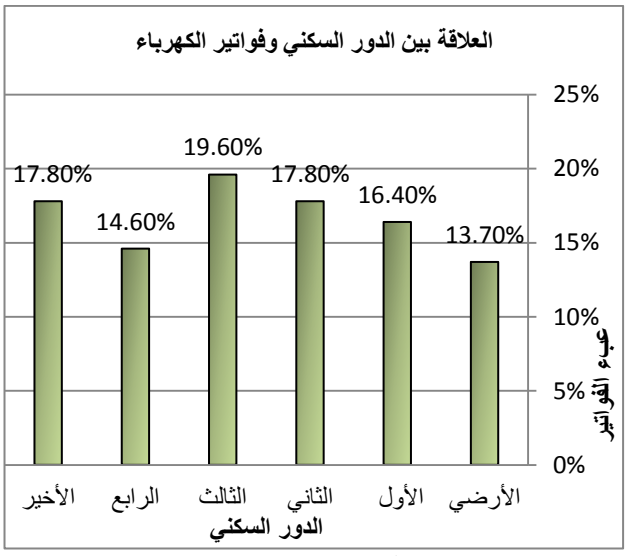
شكل رقم (19) العلاقة بين التوجيه وعبء فاتورة الكهرباء

حيث أن نسبة كبيرة من سكان التوجيه الشمالي لا تمثل فواتير الكهرباء لهم عبئا ماديا. ويوضح الشكل رقم (20) العلاقة بين عبء فواتير الكهرباء ومدى الرضا عن الراحة الحرارية؛ فنسبة 51.1% من الذين تمثل لهم فاتورة الكهرباء عبئا ماديا غير راضين عن الراحة الحرارية.



شكل رقم (20) العلاقة بين عبء فاتورة الكهرباء ومدى الرضا

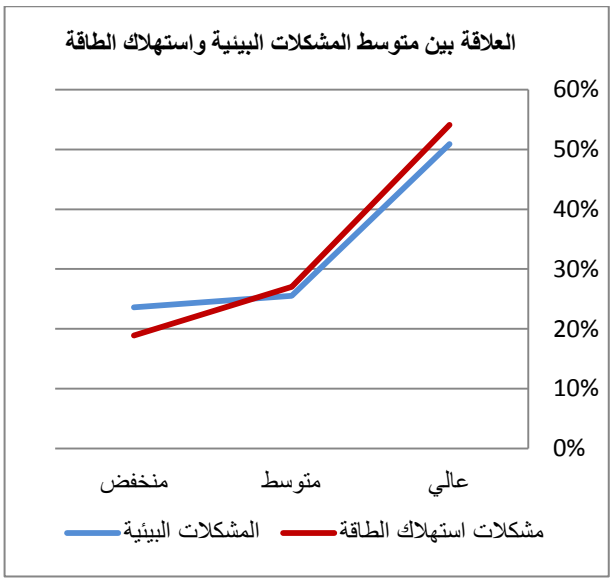
ويوضح الشكل رقم (21) العلاقة بين العبء المادي لفاتورة الكهرباء والدور السكني للوحدة السكنية، حيث تبين أن تغيير الدور السكني غير مؤثر بدرجة كبيرة في زيادة الأعباء المادية على سكان الوحدات السكنية.



شكل رقم (21) العلاقة بين الدور السكني وفواتير الكهرباء

7-1-7 العلاقة بين المشكلات البيئية واستهلاك الطاقة.

يوضح الشكل رقم (22) العلاقة بين المشكلات البيئية ومشكلات استهلاك الطاقة بعينة الدراسة، حيث تزداد مشكلات استهلاك الطاقة بزيادة المشكلات البيئية بالمباني، وذلك لاحتياج الفراغات الداخلية بهذه المباني إلى طاقة كهربائية كبيرة لتشغيل أجهزة التهوية والتكييف الصناعية لتحقيق الراحة الحرارية للسكان.



شكل رقم (22) العلاقة بين متوسط المشكلات البيئية ومشكلات استهلاك الطاقة

7-2 المقابلة الشخصية للمتخصصين والمسؤولين

تم تحليل نتائج الاستبيان والمقابلة الشخصية للمتخصصين والمسؤولين كما بالشكل رقم (23) حيث تم إدخال البيانات الخاصة بأسباب إعاقة الاستدامة في مصر، وتوافق مبادئ الاستدامة مع إسكان محدودي الدخل في مصر وغيرها لبرنامج SPSS، وتم استنتاج التالي:

شكل رقم (23) المدخلات والمخرجات الخاصة بالمتخصصين والمسؤولين ببرنامج التحليل الاحصائي

7-2-1 البيانات العامة

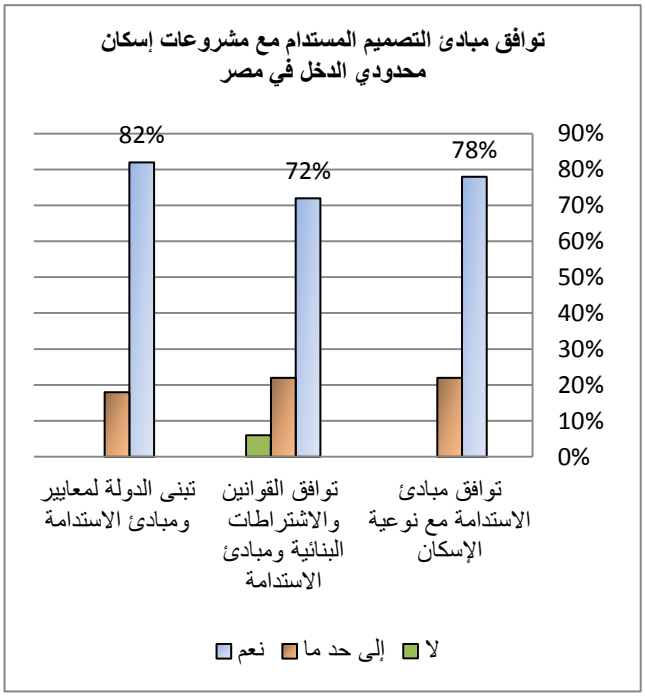
من خلال تحليل البيانات العامة للمبحوثين تبين تنوع المؤهل الدراسي والتخصص الدقيق وجهة العمل وعدد سنوات الخبرة وذلك يدل على تنوع الخبرات والتخصصات.

7-2-2 المشكلات البيئية وأسباب إعاقة الاستدامة

تم سؤال المتخصصين والمسؤولين عن مدى توافق مبادئ التصميم المستدام مع مشروعات الإسكان في مصر، كما بالشكل رقم (24)، فرأى 78% من العينة أنه من الممكن أن تتوافق مبادئ التصميم المستدام مع إسكان محدودي الدخل، ووافق 72% من عينة الدراسة على أنه من الممكن أن تتوافق القوانين واشتراطات البناء مع مبادئ التصميم المستدام، وكذلك رأى 82% من العينة أنه من الممكن أن تتبنى الدولة تحقيق مبادئ الاستدامة البيئية في بناء التجمعات السكنية في المستقبل القريب. ويوضح شكل رقم (25) العوامل التي تعيق التوجه نحو استدامة الإسكان، حيث رأى المسؤولون أن زيادة التكلفة الاقتصادية للمعالجات وعدم وجود خبرات في هذا المجال من أهم أسباب تأخر انتشار الفكر المستدام.

وعند سؤال المتخصصين والمسؤولين من خلال الأسئلة المفتوحة عن أهم المشكلات البيئية واستهلاك الطاقة للمباني السكنية كانت الإجابات كما بالجدول رقم (3).

وعلى الرغم من ذلك يرى بعض المسؤولين أن الدولة بدأت بالفعل تتجه نحو البناء المستدام في المشروعات الجديدة ولكن توجد بعض العوائق التي يمكن حلها.



شكل رقم (24) مدى توافق مبادئ التصميم المستدام مع مشروعات إسكان محدودي الدخل في مصر

7-2-3 اقتراحات المتخصصين بعينة الدراسة

قام المسؤولون والمتخصصون بتقديم مجموعة من المقترحات التي من الممكن أن تساعد على تحقيق الاستدامة بإسكان محدودي الدخل وتقليل استهلاك الطاقة بالوحدات السكنية، وشملت هذه المقترحات المستويات (الإدارية والهندسية- القانونية والتشريعية- المشاركة المجتمعية) وذلك كما هو موضح بالجدول رقم (4).

7-2-4 اختيار المعالجات الملائمة لحالة الدراسة

طبقا لمنهجية الدراسة المقترحة تم اختيار المعالجات التي تلاءم طبيعة إسكان محدودي الدخل في مصر بناء على استبيان المتخصصين والمسؤولين وطبقا للمتغيرات التالية:

1. مدي امكانية دمج المعالجات المستدامة بالتصميم المعماري لإسكان محدودي الدخل.
2. احتمالية توفير المعالجة المستدامة للطاقة الكهربائية المستخدمة بالمبني في مرحلة الاستخدام.
3. المدي الزمني لتحقيق المعالجة المستدامة لنتائج إيجابية علي التكلفة الاقتصادية الإجمالية للمبني.

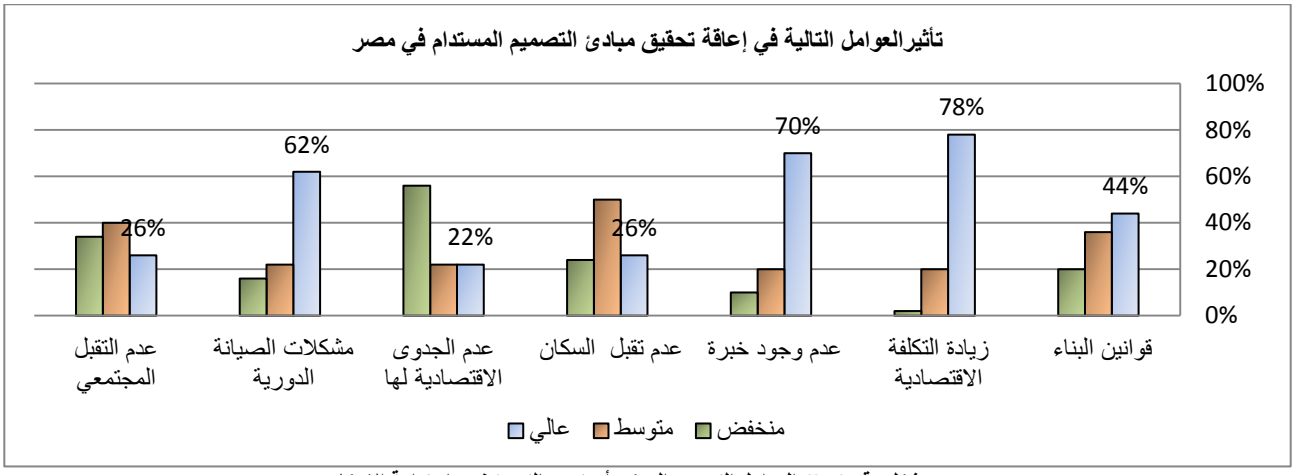
ويوضح الجدول (4) الإحصاءات الوصفية للمتغيرات.

جدول (4) الإحصاءات الوصفية للمتغيرات الثلاثة

المتغير	عدد المعالجات	المدي	الحد الادني	الحد الاقصي	المتوسط	الانحراف المعياري
الأول	17	34	17	51	32.2	7.7
الثاني	17	33	18	51	29.02	8.3
الثالث	17	27	17	44	27.7	6.8

ويوضح جدول (7) النسب المئوية للمتغيرات الثلاثة. وتم اختيار المعالجات التي تحقق مدى عالي أو متوسط في المتغيرين الأول والثاني، ومدى متوسط ومنخفض في المتغير الثالث، وتم استبعاد النتائج التي حصلت على مدى منخفض في المتغير الأول والثاني ومدى عالي في المتغير الثالث؛ حيث ترتب على ذلك أن معالجات التصميم المستدام التي لها كفاءة بيئية واقتصادية وتلائم إسكان محدودي الدخل بمدينة المنيا الجديدة هي كالتالي:

- توجيه المبانى السكنية التوجيه الأمثل.
- زيادة سمك الحوائط الخارجية.
- عزل الحوائط الخارجية.
- زيادة ارتفاع الدور السكني.
- إضافة كاسرات الشمس.
- تغيير نسب وحجم وأماكن الفتحات.
- استخدام الألوان الفاتحة، والتشطيبات العاكسة.



شكل رقم (25) العوامل التي من الممكن أن تعيق التوجه نحو استدامة الإسكان

جدول (5) آراء المتخصصين والمسؤولين في المشكلات البيئية بعينة الدراسة

المشكلة	رأي المتخصصين والمسؤولين
التصميم المستدام للمباني	- عدم الاهتمام بالتصميم البيئي المستدام للمبنى من حيث توجيه المبنى وتصميم الواجهات ومواد البناء وغيرها. - التصميم الموحد المنفذ في عموم الجمهورية بنفس المواصفات بغض النظر عن الظروف المناخية المحيطة وكذلك الطبيعة والخصائص الاجتماعية المختلفة للسكان المستهدفين. - المساحات المحدودة للوحدات السكنية. - تأخر تفعيل نظم الطاقة المستدامة في المباني. - عدم حماية المباني من عناصر المناخ ونقص المسطحات الخضراء. - عدم الاهتمام بترشيد استخدام الطاقة وجمع واعادة تدوير المخلفات. - نقص كفاءة العزل الحرارى للأسطح وعدمه للحوائط. - عدم وجود كفاءة في البناء، فتحتاج المباني الى أعمال صيانة كثيرة في أوقات قصيرة.
استهلاك الطاقة	- استخدام الإضاءة الصناعية نهارا بسبب القصور فى الإضاءة الطبيعية بمنطقة الخدمة (المطبخ– الحمام) بالوحدة السكنية. - زيادة استهلاك الطاقة بسبب زيادة استخدام المكيفات.
إعاقة التوجه نحو استدامة الإسكان	- الكثافة السكانية المرتفعة والمركزة في الوادي والدلتا. - ارتفاع التكلفة الاقتصادية لمواد البناء الطبيعية والعزل. - عدم وجود وعي بيئي بين الأطراف المشاركة في منظومة البناء في مصر. - الفكر التخطيطي والتصميمي العقيم، وتداخل القرارات بين الهيئات. - عدم توفر المساحات التي تسمح بالتوجيه السليم وترك مسافة مناسبة بين المباني المختلفة لتحقيق الإضاءة والتهوية اللازمة لتحقيق الراحة الحرارية، وذلك في نماذج قطع الراضي مثل (ابني بيتك). - عدم وجود متخصصين في دائرة متخذي القرار، وحداثة الأمر بالنسبة لمصر. - اللوائح والقوانين الغير ملزمة بتطبيق مبادئ الاستدامة في البناء - الجهل بمدى أهمية التصميم المستدام، وضعف التكنولوجيا المتاحة لتوفير المعالجات المستدامة الحديثة. - إهمال أنظمة التشغيل وعدم صيانتها مما يهدر الموارد.

جدول (6) مقترحات المسؤولين والمتخصصين بعينة الدراسة

المستوى	المقترح
على المستوى الإداري والهندسي	- زراعة الواجهات باستغلال المياه المعاد تدويرها في الري. - زيادة الوعي البيئي، وزيادة الكفاءات والكوادر في تخصص التحكم البيئي. - استخدام المواد القابلة للتدوير واستخدام أساليب البناء الحديثة والموفرة للطاقة. - استخدام نماذج تحاكي المباني التراثية، والاهتمام بالتشكيل الكتلي للمباني لتظليل الواجهات. - الاهتمام بدراسات الجدوى الاقتصادية للمشروعات السكنية المستدامة. - عمل اقتراحات وحلول من قبل المتخصصين للأنظمة المستدامة مثل التبريد بالمنظومات الشمسية أو تدوير المياه وغيرها واشتراط وجودها في تراخيص عمل المباني. - زيادة أعداد المتخصصين في هذا المجال عن طريق فتح أقسام متخصصة في كليات الهندسة. - زيادة معامل التحكم البيئي بكليات الهندسة للعمل على ابتكار مواد بناء ذات كفاءة بيئية عالية. - تفعيل المنظومات الشمسية بالمباني السكنية، ودراسة تثبيتها على الواجهات بجانب الأسطح.
على المستوى القانوني والتشريعي	- اصدار كود خاص بالاستدامة ودليل توجيهي، وإلزام كل المنشآت العامة والخاصة ومشروعات الدولة بتطبيقه في التصميم والتنفيذ، وضرورة أن يتم اعتماد ذلك في اصدار رخصة البناء. - إلزام جميع المنشآت بتوفير نظام صارم للصيانة، تتم مراقبته بشكل دوري. - إضافة استشاري متخصص في التحكم البيئي في كافة الهيئات الانشائية والبنائية ومتخذي القرار.
المشاركة المجتمعية	- توعيه السكان ومستخدمي المباني بأهمية الحفاظ علي البيئة وترشيد استهلاك الطاقة. - نشر ثقافة الاستدامة في الأوساط المعمارية والتنفيذية.

جدول (7) النسب المئوية للمتغيرات الثلاثة لمعالجات التصميم المستدام

العوامل	مدي امكانية تحقيق دمج المعالجات المستدامه بالتصميم المعماري لاسكان محدودي الدخل في مدينة المنيا الجديدة			احتمالية توفير المعالجة المستدامة للطاقة الكهربائية المستخدمة بالمبني في مرحلة الاستخدام			المدي الزمني لتحقيق المعالجة المستدامة لنتائج إيجابية علي التكلفة الاقتصادية الاجمالية للمبني			مستوى الثقة
	عالي	متوسط	منخفض	عالي	متوسط	منخفض	عالي	متوسط	منخفض	
توجيه المبانى	39(78%)	7(14%)	4(8%)	35(70%)	7(14%)	8(16%)	16(32%)	8(16%)	26(52%)	**0.001**
سمك الحوائط	36(72%)	12(24%)	2(4%)	36(72%)	7(14%)	7(14%)	15(30%)	16(32%)	19(38%)	**0.006**
عزل الحوائط	35(70%)	13(26%)	2(4%)	39(78%)	6(12%)	5(10%)	21(42%)	25(50%)	4(8%)	0.03
زيادة ارتفاع الدور	21(42%)	17(34%)	12(24%)	15(30%)	19(38%)	16(32%)	13(26%)	25(50%)	12(24%)	**0.07**
كاسرات الشمس	31(62%)	15(30%)	4(8%)	22(44%)	20(40%)	8(16%)	17(34%)	26(52%)	7(14%)	**0.001**
معالجة الفتحات	38(76%)	8(16%)	4(8%)	21(42%)	23(46%)	6(12%)	19(38%)	9(18%)	22(44%)	**0.001**
الألوان الفاتحة	39(78%)	7(14%)	4(8%)	11(22%)	29(58%)	10(20%)	11(22%)	17(34%)	22(44%)	**0.04**
الحلول التقليدية	12(24%)	20(40%)	18(36%)	23(46%)	17(34%)	10(20%)	23(46%)	20(40%)	7(14%)	**0.001**
النوافذ الذكية	8(16%)	5(10%)	37(74%)	21(42%)	15(30%)	14(28%)	35(70%)	12(24%)	3(6%)	**0.001**
الكاسرات الذكية	6(12%)	5(10%)	39(78%)	21(42%)	19(38%)	10(20%)	38(76%)	8(16%)	4(8%)	**0.001**
دوائر التدفئة الأرضية	7(14%)	(10(20%)	33(66%)	23(46%)	15(30%)	12(24%)	35(70%)	11(22%)	4(8%)	**0.001**
مواد البناء الذكية	10(20%)	6(12%)	34(68%)	21(42%)	15(30%)	14(28%)	36(72%)	9(18%)	5(10%)	**0.001**
الزجاج الذكي	14(28%)	17(34%)	19(38%)	28(56%)	16(32%)	6(12%)	33(66%)	10(20%)	7(14%)	**0.02**
الخلايا الشمسية	20(40%)	21(42%)	9(18%)	31(62%)	13(26%)	6(12%)	36(72%)	9(18%)	5(10%)	**0.001**
التكييف المركزي	17(34%)	13(26%)	20(40%)	30(60%)	14(28%)	6(12%)	36(72%)	9(18%)	5(10%)	**0.001**
الإضاءة الذكية	20(40%)	13(26%)	17(34%)	36(72%)	6(12%)	8(16%)	39(78%)	6(12%)	5(10%)	**0.4**
إعادة تدوير المياه	13(26%)	15(30%)	22(44%)	8(16%)	16(32%)	26(52%)	38(76%)	10(20%)	2(4%)	**0.001**

8- النتائج والتوصيات

8-1 النتائج

بناء على ما تم دراسته في الورقة البحثية تم استخلاص بعض النتائج على النحو التالي:

1. يعتبر قطاع الإسكان من أكثر القطاعات استهلاكا للطاقة عالميا.
2. معالجات التصميم المستدام التقليدية تسهم بشكل كبير في تحقيق الراحة الحرارية بالمباني وتخفض من استهلاك الطاقة اللازمة لتحقيق الراحة الحرارية.
3. يمكن لمعالجات التصميم المستدام الحديثة، كالزجاج الموفر للطاقة وغيره، تخفيض استهلاك الطاقات المستخدمة في المبنى بنسبة 20 :30%.
4. تطبيق مفاهيم ترشيد استهلاك الطاقة في تصميم المباني السكنية، يقلل من استهلاك الطاقة بنسبة مرتفعة جدا.
5. يتميز مناخ مدينة المنيا الجديدة بالقارية وارتفاع المدى الحراري، وتقع معظم شهور العام خارج منطقة الراحة الحرارية، مما يتطلب عمل حلول معمارية مستدامة بالمباني لتتناسب مع الظروف المناخية للمدينة.
6. مدينة المنيا الجديدة وغيرها من المدن الجديدة في أنحاء مصر لم تخطط وتصمم بهدف تحقيق مبادئ الاستدامة أو بعضها، ويظهر ذلك جليا في قطاع الإسكان.
7. لم يراعي المصمم أهمية التقليل من الطاقات المستخدمة بالمباني أو استخدام الطاقات البديلة، فعلى الرغم من الكميات الهائلة من الإشعاع الشمسي التي يتميز بها الإقليم الحار الجاف إلا أنها لم توظف بشكل فعال كصورة بديلة للطاقات غير المتجددة.
8. افتقار نماذج إسكان محدودي الدخل بمنطقة الدراسة لمبادئ ومعايير الاستدامة البيئية التي تحقق الكفاءة في استخدام الطاقة والراحة الحرارية.
9. زيادة معدلات استهلاك الطاقة بالتجمعات السكنية نتيجة استخدام المعالجات المناخية الميكانيكية (التكييف) وذلك بسبب الارتفاع في درجات الحرارة الداخلية ورغبة المستخدمين في تحقيق الراحة الحرارية
10. انخفاض مدى رضا السكان عن الراحة الحرارية بوحداتهم السكنية للأسباب التالية:
    - التوجيه السئ، وزيادة نفاذ الإشعاع الشمسي خلال الفتحات.
    - استخدام الإضاءة الصناعية نهارا بسبب عدم فتح النوافذ لشدة الإشعاع الشمسي الواقع عليها.
    - قلة مسطح الشبابيك في بعض نماذج الإسكان.
    - احتفاظ المبانى بالحرارة وعدم التخلص منها ليلا بسهولة، مما يتسبب في زيادة درجات الحرارة داخل المبنى على الرغم من انخفاضها خارجه.
11. كانت أهم أسباب رضا السكان عن الراحة الحرارية بوحداتهم السكنية هو التوجيه الشمالي للوحدة السكنية وبالتالي عدم دخول أشعة الشمس غير وقت قليل جدا صباحا ودخول الهواء بشكل جيد للوحدة السكنية.
12. تزايدت مشكلات استهلاك الطاقة بعينة الدراسة طرديا مع زيادة المشكلات البيئية بالمباني.

13. يعتبر التصميم الموحد المنفذ في عموم الجمهورية بنفس المواصفات بغض النظر عن الظروف المناخية المحيطة وكذلك الطبيعة والخصائص الاجتماعية المختلفة من مكان لآخر للسكان المستهدفين هو أهم أسباب زيادة المشكلات البيئية.

14. بعض معالجات التصميم المستدام يمكن دمجها بالتصميم المعماري لنماذج إسكان محدودي الدخل، والبعض الآخر لا يتناسب كليا مع هذا النوع من الإسكان وثقافة السكان، مثل معالجات التصميم المستدام الحديثة.

15. جميع معالجات التصميم المستدام تساهم بشكل كبير في توفير الطاقة الكهربائية المستخدمة بالمبنى في مرحلة الاستخدام.

16. بعض معالجات التصميم المستدام تحتاج إلى مدى زمني قليل لتحقيق نتائج إيجابية على التكلفة الاقتصادية مثل (التوجيه، وأماكن الفتحات بالحوائط وكاسرات الشمس)، والبعض الآخر يحتاج إلى مدى زمني كبير مثل معالجات التصميم المستدام الحديثة (الزجاج الموفر للطاقة، وكاسرات الشمس الذكية وغيرها).

8-2 التوصيات

تنتهي الورقة البحثية بمجموعة من التوصيات كما يلي:

1. ضرورة مراجعة سياسات الإسكان في مصر، بالعمل على إنشاء تجمعات سكنية تعتمد على مبادئ ومعايير الاستدامة البيئية وتقلل من استهلاك الطاقات.
2. ضرورة إصدار كود خاص بالاستدامة ودليل توجيهي، وإلزام كل المنشآت العامة والخاصة ومشروعات الدولة بتطبيقه في التصميم والتنفيذ، وضرورة اعتماد ذلك في اصدار تراخيص البناء.
3. إلزام جميع المنشآت بتوفير نظام صارم للصيانة، يتم التفتيش عليه بشكل دوري، لتحقيق كفاءة أعمال الصيانة الدورية للمباني، وإعداد وتدريب العمالة المطلوبة لذلك.
4. الاهتمام بوضع منهجية بيئية مستدامة من قبل الجهات المسؤولة عن الإسكان والمجتمعات العمرانية الجديدة، تعتمد على تحقيق معايير ومبادئ الاستدامة، لخلق بيئة سكنية تحقق الراحة الحرارية لمستخدميها؛ وزيادة الوعي البيئي لكل المشاركين في العملية التصميمية من خلال محاضرات وندوات.
5. زيادة الوعي البيئي وإدخال البيئة كعنصر أساسي في التصميم عن طريق الاهتمام بالمنهج البيئي في برامج التعليم بأقسام العمارة بكليات الهندسة، لزيادة الكفاءات والكوادر في تخصصات البناء المستدام والطاقة البديلة.
6. ضرورة توافق القوانين والاشتراطات البنائية في مصر مع مبادئ التصميم المستدام، وتشجيع القوانين البيئية التي تساعد على دعم الفكر المستدام؛ واضافة استشاري متخصص في التحكم البيئي في كافة الهيئات الانشائية.

9- المراجع

1. أمل كمال محمد شمس الدين: "ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى" رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة عين شمس، 2003م، ص16.
2. نعمة حسن السيد عمر: "رصد وتسجيل لتطبيق تقنيات الحاسب الآلي ودورها في تطوير عمارة المستقبل (دراسة حالة على مباني العمارة الذكية)، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2013م.
3. التقرير السنوي لوزارة الكهرباء والطاقة المتجددة المصرية 2022م.
4. وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، جهاز مدينة المنيا الجديدة، قسم المشروعات، قسم التنمية، 2022م.
5. هشام داود صدقي بدوي: "التغير في قارية المناخ في مصر" مجلة البحث العلمي في الآداب، العدد الحادي والعشرون لسنة 2020م، الجزء الثاني.
6. وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، هندسة كهرباء مدينة المنيا الجديدة، 2022م.
7. Habitat, The State of The World of cities, United Nations Center for Human settlements, Nairobi, Kenya, 2001 AD.
8. هيثم صادق سليم: "عمارة العولمة في مصر وغياب مفاهيم الاستدامة في التصميم- دراسة حالة المباني الإدارية بالقاهرة الجديدة" المجلة الهندسية لكلية الهندسة، جامعة الأزهر، ديسمبر 2011م، ص6.
9. خالد جمعة العجيلي عبدالله: "دراسة مقارنة للاستدامة البيئية للمباني الجامعية القائمة بدول شمال أفريقيا باستخدام نظام (LEED) للتقييم"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة المنصورة، 2015م، ص5-6.
10. Bano, Farheen & Mohammad Arif. (2016).Examining the Role of Building Envelope for Energy Efficiency In office Building in India. Architecture Research.2016 AD, 107:115.
11. Caroline M. Clevenger, John Haymaker: The Impact Of The Building Occupant On Energy Modeling Simulations, Op CIt.2010 AD.
12. بسمة يحى عبدالسلام: " تقييم الأداء المناخي للفراغات العمرانية من منظور مفاهيم العمارة الخضراء (دراسة حالة المنطقة السكنية بمدينة المنيا الجديدة)، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة المنيا، 2017م، ص3.
13. محمود محمد علي عبدالرحمن: "دور تقنيات محاكاة الرياح في الاستدامة البيئية للعمارة والعمران، دراسة

حالة على المدن المتوسطة" رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة المنصورة، 2017م.

14. أحمد عبدالمنطلب محمد علي: "استخدام المحاكاة لتقييم وتحسين الأداء الحراري للمباني السكنية دراسة حالة مدينة أسيوط الجديدة"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، 2011م، ص 31 .

15. خالد سليم فجال: "العمارة والبيئة في المناطق الصحراوية الحارة" الدار الثقافية للنشر، القاهرة، الطبعة الأولى، 2002م، ص 3.

16. Paul Gut, Dieter Ackerknecht:: Climate Responsive Building, Appropriate Building Construction in Tropical and Subtropical Regions, gote it skat, craterre, F39,1993 AD, p56.

17. منى عوض أبوالعنين الوزير: "دور الواجهات في تحقيق الراحة الحرارية داخل المباني الإدارية في مصر" رسالة دكتوراه، قسم العمارة، كلية الفنون الجميلة، جامعة الإسكندرية، 2011م، ص24.

18. عبدالمنطلب محمد علي: "العمارة التلقائية بجنوب الوادي (بين النظرية والتطبيق لعمار الصحراء)" مطبعة الصفاء والمروة للطباعة والنشر، أسيوط، 2004م، ص48.

19. آمال عبدالحليم محمد سليمان الدبركي: "التهوية الطبيعية كمدخل تصميمي في العمارة السالبة" رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة عين شمس،1999م،ص52.

20. عبدالمنطلب 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، 17-19 نوفمبر1997م، ص5.

21. محمد عبدالفتاح أحمد العيسوي: "تأثير تصميم الغلاف الخارجي للمبنى على الإكتساب الحراري والراحة الحرارية للمستعملين- منهج لعملية التصميم البيئي للغلاف الخارجي للمباني"، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2003،ص72 و73.

22. Abdel-Monteleb Mohamed Aly: The Effect of Courtyard on the Human Thermal Comfort inside Residential Building Spaces in Upper Egypt, PH.D. Thesis, Dep. Of Arch, Assiut University, 1994 AD, p248.

23. Sebestyen, G,(New Architecture and Technology" Architecture Press, An Imprint Of Elsevier Science – Linacre House, Jordan Hill, Oxford,UK, 2003 AD, P129.

24. Wingginton, M& Harris, J. "Intelligent Skins", Architectural Press, An imprint of Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, UK, 2002 AD, P157.

25. Baker, N & Steamers, K, "Energy And Environment In Architecture a Technical Design Guide", E & FN Spon, An Imprint of Taylor & Francis Group, New Fetter Lane, London, 2000AD.

26. أسماء مجدي محمد فاضل: "العمارة الذكية وإنعكاسها التكنولوجي على التصميم- دراسة حالة المباني الإدارية" رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2011م، ص162.

27. Chartered Institution Of Building Services Engineers, "Building Control System" Butterworth – Heinemann, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, 2000 AD, P26.

28. محمد عزمي، أشرف أبو العيون، رشا ماهر: "توظيف مفردات المعالجات المناخية للعمارة التقليدية والمعاصرة لتحقيق مبادئ العمارة الخضراء في مصر" بحث منشور، مجلة اتجاهات الهندسة المتقدمة (JAET)، 2020م، ص131.

29. إحسان على الجادري، يونس محمود محمد سليم: "أثر استخدام تقنية المنظومات الشمسية كمواد إنهاء خارجية في النتاج المعماري" بحث منشور، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 28، العدد 11 ، كلية الهندسة، جامعة النهرين، بغداد، 2010م، ص3.

30. رياض رمضان الشواخ، وليد عبدالسلام فريوان: "دمج منظومات الخلايا الشمسية مع الغلاف الخارجي للمباني السكنية وأثره في ترشيد استهلاك الطاقة وحماية المبنى من أشعة الشمس (مدينة سبها نموذجا)، بحث منشور، المؤتمر الدولي الرابع لكلية الاقتصاد والتجارة، جامعة المرقب، ليبيا، 2020م، ص6.

31. Energy Efficiency in Building. Sustainable Energy Regulation and Policymaking for Africa,2021 AD.

32. نادية محمود أحمد سراج: "التصميم المعماري المرشد للطاقة في المباني البحثية الإشعاعية" رسالة دكتوراه، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، 2005م، ص92.

33. Towers, Graham, "At Home in The City- an Introduction to Urban Housing Design", Architectural Press, London, 2008 AD, p71.
34. أحمد سيف يوسف طه: "التجارب العالمية لتنمية تجمعات عمرانية جديدة مستدامة كمدخل لتنمية واستدامة التجمعات العمرانية الجديدة في مصر" بحث منشور، مجلة بحوث العمران، كلية التخطيط الإقليمي والعمراني، جامعة القاهرة، 2015، ص9:5
35. ضياء رفيق مرجان: "مفاهيم وتطبيقات لإمكانية التخطيط والتصميم المستدام في السكن" بحث منشور، مجلة المخطط والتنمية، جامعة بغداد، العراق، 2013م، ص125.
36. ريهام محمد على حافظ، وعبير أحمد محمد عبدالقوي: "تقييم مبادئ السكن المستدام بمشروعات الإسكان الاجتماعي لمحدودي الدخل بالمدن المصرية الجديدة- دراسة حالة مشروع هرم سيتي- مدينة 6 أكتوبر بجمهورية مصر العربية، بحث منشور، مجلة بحوث العمران- كلية التخطيط الإقليمي والعمراني- جامعة القاهرة، 2015م.
37. وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية: "مبارك والعمران- إنجازات الحاضر والمستقبل" القاهرة، مصر، 1999م
38. يحيى شوكت: "سياسة الإسكان في مصر- بين استمرار سياسات الماضي ووضع سياسات عادلة للمستقبل"، وحدة العدالة الإجتماعية، المبادرة المصرية للحقوق الشخصية، الطبعة الأولى، 2014م.
39. وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، هندسة كهرباء مدينة المنيا الجديدة، 2022م.