مجلة
العلوم والتكنولوجيا

مجلة علمية محكمة نصف سنوية تصدر عن كلية الهندسة وكلية الحاسبات
وتقنية المعلومات - جامعة العلوم والتكنولوجيا - اليمن

المجلد السادس والعشرون-العدد الأول 2021م

p-ISSN: 1607-2073 e-ISSN: 2410-5163

- المحاكة الرقمية للاتصال بين العمود والجسر الخرساني للمباني مسبقة الصب

  زياد مطهر الجيوبي صفوان يحيى السميني

- سلوك مفصل بين جسر معدني وعمود الأنبوب المعدني المملوء بالخرسانة تحت تأثير الحريق

  زياد مطهر الجيوبي عماد الوصابي ابراهيم الشيخ

- نظام الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية بصنعاء القديمة

  علي صالح الغزالي

جامعة العلوم والتكنولوجيا
University of Science & Technology

معامل التأثير العربي (http://www.arabimpactfactor.com)

مجلة العلوم والتكنولوجيا

2017	2018	2019	2020	2021
0.75	0.89	1.25	0.59	1.6

المجلة مفهرسة في المواقع التالية:

Google Scholar EBSCO Crossref DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

مجلة العلوم والتكنولوجيا

الهيئة الاستشارية

أعضاء الهيئة الاستشارية

أعضاء الهيئة التدريسية بكليتي
الهندسة والحاسبات

هيئة التحرير

رئيس التحرير

أ.د. عبد الرقيب عبده أسعد

نائب رئيس التحرير

د. وليد حسين العرشي

د. عبد اللطيف غلاب

مدير التحرير

د. أحمد عبد الله فرحان

أعضاء هيئة التحرير

أ.د. عبد العزيز أحمد الكباب
أ.د. محمود محمد كليب
أ.د. أحمد عايش
أ.د. توفيق سفيان
أ.د. رياض كمال الحكيم
أ.د. عبد المنطلب محمد علي
د. محمد محسن الخولاني
د. عبد القادر محسن
د. أحمد سلطان الهجامي
د. عمار ثابت الزهاري
د. محمد ناصر الخولاني
د. فؤاد سفيان
د. محمد الفقيه

مجلة العلوم والتكنولوجيا

مجلة نصف سنوية تهتم بنشر
الأبحاث العلمية في المجالين

- العلوم البحتة
- العلوم التطبيقية

كما أن المجلة ترحب بالتقارير العلمية
والدراسات النظرية.

للمراسلات:

مجلة العلوم والتكنولوجيا

جامعة العلوم والتكنولوجيا

البريد الالكتروني: jst@ust.edu

➤ التقديم:

يقــدم إلى المجلة نســختين من البحث على ورقة مقاس A4 وعلى جهــة واحدة من الورقة وعلى أن تكون المسافة بين السطور مضاعفة مع ترك مسافة حديه عرضها 2.5 سم على الجوانب الأربعة للصفحة وعلى أن لا يزيــد عــدد صفحات البحث عن 15 صفحة متضمنة الجداول والأشــكال بالحبر الأســود في صورة واضحة مع اســتخدام نظام الوحدات الدولي والأرقام العربية (1,2,3,4,5... الخ) ويمكن أن يكتب البحث باللغــة العربية مع الخلاصةوالعنوان باللغة الانجليزية أو اللغة الإنجليزية مقرون بالعنوان والخلاصة باللغــة العربيــة لا تزيد عــن 200 كلمة . وينبغي أن يكــون العنوان مختصر ومعــبر وترقم الجداول والأشكال وغيرهما على التوالي وتزود بعناوين ويشار إلى كل منها بنفس التسلسل في متن البحث وتوضع في أماكنها في النص ويشــار إلى المصادر في متن البحث بأرقام توضع بين قوســين مربعين [ ] وتكتب المصادر حسب تسلسل ورودها في البحث وفي الصورة الآتية:

➤ المقالات:

اســم الباحث / أسماء الباحثين، عنوان المقالة، اســم المجلة / المؤتمر، المجلد، العدد، رقم صفحة البداية، رقم صفحة النهاية، السنة.

➤ الكتب:

اسم المؤلف / أسماء المؤلفين، عنوان الكتاب، الناشر، سنة النشر.

➤ الأبحاث المقبولة:

حالمــا يتم قبول البحث للنشــر فإنه يجــب تزويد المجلة بالقرص المغناطيســي من النــوع CD أو DVD الذي يحوي البحث بعد قبوله ومكتوب باســتخدام منســق الكلمات MS-WORD تحت الــ WINDOWS للحواسيب موائمات IBM ويشترط في البحث المقدم أن لا يكون قد نشر أو قبل للنشر في أي مكان آخر.

لا تتحمل المجلة أية مسئولية عن صحة نتائج الإسهامات المنشورة وتقع المسئولية على الباحثين.

➤ تكاليف النشر:

وحــتى لا تتحمل المجلة كل تكاليف النشــر فإنه مطلوب من الباحث المســاهمة في هــذه التكاليف بدفع عشرون ألف ريال يمني للأبحاث من الداخل، ومائة وخمسون دولار أمريكي للأبحاث من الخارج، علمه بأن هذه الرسوم لاترد.

➤ حقوق الطبع:

كل الحقوق محفوظة لكلية الهندســة ولا يجوز تصوير أو طبع أي جزء من المجلة بأي شــكل من الأشكال وبأي وسيلة من الوسائل أو إعادة نشر أي بحث في المجلة في أية مجلة أخرى إلا بإذن من رئيس التحرير.

محتويات العدد:

الموضـــــــــوع	الصفحة
المحاكة الرقمية للاتصال بين العمود والجسر الخرساني للمباني مسبقة الصب زياد مطهر الجبوبي صفوان يحيى السميني	1
سلوك مَفصل بين جسر معدني وعمود الأنبوب المعدني المملوء بالخرسانة تحت تأثير الحريق زياد مطهر الجبوبي عماد الوصابي ابراهيم الشيخ	21
نظام الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية بصنعاء القديمة علي صالح الغزالي	45

نظام الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية بصنعاء القديمة

علي صالح الغزالي[1,*]

© 2021 University of Science and Technology, Yemen. This article can be distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

© 2021 جامعة العلوم والتكنولوجيا، اليمن. يمكن إعادة استخدام المادة المنشورة حسب رخصة مؤسسة المشاع الإبداعي شريطة الاستشهاد بالمؤلف والمجلة.

[1] أستاذ مساعد، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة ذمار، الجمهورية اليمنية
[*] عنوان المراسلة: dr.ali.alghazali2030@gmail.com

https://doi.org/10.20428/JST.26.1.3

نظام الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية بصنعاء القديمة

الملخص:

تطـور النظام الإنشـائي في العمـارة التقليدية بصنعاء تطورا كبيرا عبر سلسـلة مـن التجارب الموقعية لمجموعـة أجيال متعاقبـة توارثت فن البناء خلال آلاف السـنين، وهو ما مكن البناءيـن التقليديين من الوصول إلى المباني البرجية آنذاك والتي تصل إلى 9 طوابق. وقد أجريت العديد من الدراسات والأبحاث لمعرفة كيف تم تطويع مواد البناء التقليدية بتقنيات بسيطة للوصول إلى المباني البرجية. ولكن المتأمل في النظام الإنشـائي لبعض الأبنية السكنية التقليدية يلاحظ وجود ظاهرة نادرة وفريدة وهي إمكانية تعليـق الجدران الحاملة في الأدوار الوسـطى أو العليا، إلا أن تلك الظاهرة الفريدة لم تحظَ بالدراسـة والاهتمـام من قبل الباحثين والمهتمين بالعمارة التقليدية وهي مشـكلة البحـث لذلك يهدف هذا البحث إلى دراسـة وتحليل الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية بصنعاء القديمة بأسلوب علمي ومنهجي، لمعرفة كيف تم توظيف المواد التقليدية بتقنيات بسـيطة والوصول إلى تعليق الجدران الحاملة ولتحقيق ذلك الهدف فقد تم تقسيم البحث إلى محورين رئيسين تسلسلا لتحقيق هدفه. بحيث خُصص المحور الأول من البحث (الإطار النظري): للتعريف بالمشكلة البحثية وطرح إطار نظري لها. بينما خُصص المحور الثاني (الدراسـة الميدانية): لدراسـة الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السـكنية بصنعـاء القديمة وتحليلها وتوفـير المعلومـات الكافية عنها. وتأتي أهميـة البحث من كونه إضافة علميـة للتعريف بنظام الجدران الحاملة المعلقة وخصائصها في الأبنية السـكنية. وقد خلُص البحث إلى الوصول للأساسـيات والشـروط التي مكنت البناءين التقليديين من تعليق الجدران الحاملة في الأبنية السكنية البرجية بصنعاء.

الكلمات المفتاحية: العمارة الصنعانية، الجدران الحاملة المعلقة، النظام الإنشائي التقليدي.

Hanging Load-Bearing Walls System in Residential Buildings in Old Sana'a

Abstract:

The constructional system in the traditional architecture in Sana'a has developed tremendously through a series of site experiences for a group of successive generations that inherited the art of building over thousands of years, which enabled the traditional builders to reach the 9-storey tower buildings at that time. Many studies and researches have been performed to find out how traditional building materials have been adapted with simple techniques to reach towers. However, the contemplator in the constructional system of some traditional residential buildings will observe the existence of a rare and unique phenomenon, which is the possibility of hanging load-bearing walls in the middle or upper floors, but this unique phenomenon has not received attention by researchers and those interested in traditional architecture, which is the research problem. Therefore, this research aims to study and analyze the hanging load-bearing walls in the residential buildings in old Sana'a in a scientific and methodical manner, to find out how the traditional materials were used with simple techniques and reaching hanging load-bearing walls. To achieve this goal, the study was divided into two main axes in order to achieve its objective. The first axis of the study (theoretical framework) was set to define the research problem and put forward a theoretical framework for it. While the second axis (field study) was set to study and analyze the hanging load-bearing walls in residential buildings in old Sana›a and provide sufficient information about them. This research is important as it forms a scientific addition to introduce the handing load-bearing walls and its characteristics in residential buildings.

Keywords: Sanani Architecture, hanging load-bearing walls, traditional constructional system.

https://doi.org/10.20428/JST.26.1.3

المقدمة:

تطور الإنشـاء في العمارة للأبنية السكنية عبر العصور المختلفة. وكان نظام الجدران الحاملة هو النظام الإنشـائي السـائد في أغلب الحضارات القديمة. وقد شـكل ذلك النظام قيدا على البنائين القدامى نظرا لمحدودية إمكانياته وشـروطه، بحيث ظهرت أغلب المباني السـكنية ببحور محدودة وارتفاعات متوسطة تصـل إلى 2 – 3 طوابق، ولكن العمارة الصنعانيـة التقليدية تفردت على غيرها من الحضارات آنذاك في الوصـول إلى المباني السـكنية البرجيـة والتي تصل إلى 9 طوابق، ليس ذلك فحسـب فقد تطور النظام الإنشـائي بشـكل كبير جدا والذي مكن البنائين التقليديين أيضا من تعليق الجـدران الحاملة في الأبنية السـكنية التقليدية بطريقة فريدة ومبتكرة. ولذلك تأتي أهمية هذا البحث للاسـتفادة منه في المناهج العلمية التي تدرس طرق الإنشـاء التقليدي وأيضا للاسـتفادة منه عند ترميم وصيانة الأبنية السكنية البرجية.

المشكلة:

لم تحظَ الجدران الحاملة المعلقة بالاهتمام من الباحثين والدارسـين المهتمين بالعمارة التقليدية بصنعاء القديمـة، كونهـا عناصر نادرة ويصعـب ملاحظتها لظهورها بأعـداد قليلة على واجهـات بعض الأبنية السكنية التقليدية.

الهدف:

دراسـة الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السـكنية التقليدية بصنعاء وتحليلها بأسلوب علمي ومنهجي، لمعرفة الطرق والأساليب التي استخدمها البناؤون التقليديون في توظيف مواد البناء والتقنيات التقليدية البسيطة، والوصول لتعليق الجدران الحاملة في الأبنية السكنية البرجية.

أهمية البحث:

تأتي أهمية هذا البحث للتعريف بنظام الجدران الحاملة المعلقة وخصائصها في الأبنية السكنية بصنعاء القديمة، وهو يمثل إضافة علمية للمناهج التي تدرس طرق الإنشاء التقليدي وأيضا للاستفادة منه عند ترميم وصيانة الأبنية السكنية البرجية التي بنيت بنظام الجدران الحاملة المعلقة.

فرضية البحث:

ظهور الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السـكنية التقليدية هو اسـتجابة لحل بعض المشـاكل الموقعية والنادرة التي واجهت البنائين آنذاك، وذلك كون العمارة التقليدية هي عمارة صادقة وليست استعراضية.

هيكل البحث:

يتكـون البحـث من محورين رئيسـين تسلسـلا لتحقيـق هدفه. بحيث خُصـص المحـور الأول من البحث [الإطـار النظـري]: للتعريف بالمشـكلة البحثية وطـرح إطار نظري لهـا. بينما خُصـص المحور الثاني [الدراسـة الميدانية]: لدراسـة الجدران الحاملـة المعلقة في الأبنية السـكنية التقليدية بغرض تحليلها وتوثيقها وتوفير المعلومات الكافية عنها.

المحور الأول: النظام الإنشائي في المباني السكنية التقليدية بصنعاء

مدينة صنعاء القديمة

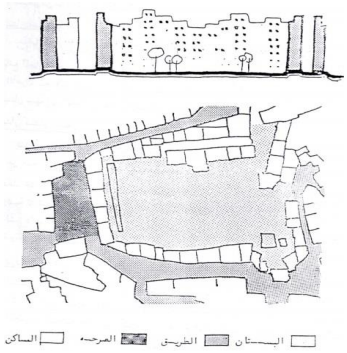
صنعاء مدينة من أقدم مدن العالم يقال بأن أصلها يرجع إلى سـام بن نوح الذي أشـير إلى اسمه (أزار) في سـفر التكوين. ويخبرنا علماء اللغات المختصون بمنطقة جنوب الجزيرة العربية بأن اسـم صنعاء يعني في الأصـل المكان المحصَّن [1]. وقـد تميزت مدينة صنعاء عن غيرها من المدن المؤسسـة بطرز محددة أو التي عاشـت وتفاعلت مع طرز معمارية متنوعة مثل (روما، دمشـق، القاهرة، إسـطنبول، باريس، وغيرها)

في أنها أسست وأوجدت طرازا معماريا تطور عبر عصور امتدت لأكثر من 2000 سنة، وكان ذلك الطراز ولا يـزال متميزا ومتفردا كونه أحادي الهوية والانتماء المـكاني والزماني [2]. ويؤكد الدكتور عبد الرحمن الحداد بأن ذلك الطراز هو طراز فريد ولا يوجد تشـابه بينه وبين الحضارات الأخرى مؤيداً ذلك بآراء العديد من المستشرقين من بينهم البرفيسور ليوكوك والسيد سرجنت اللذان كتبا (فن العمارة في المرتفعات الجبلية فريدة ونتاج خاص) [3]. وهو ما أكده باسـكال مارشـيو بأن هذا النمـوذج الرائع لعمارة فريدة من نوعها في العالم يبدو لنا بمثابة التعبير عن وحدة الجماعة وارتباطها الوثيق بقيم الإسـلام والتراث [1]. ويضيف الدكتور أحمد فخري [4] "أنه لا توجد في مدن الشـرق مدينة تشـبه صنعاء لنقارنها بها، فهي فريدة في موقعها، وفريدة في طراز بنائها وفريدة في أسوارها وفريدة في مظهرها الشرقي الخالص". وقد تشـكلت المدينة كغيرها من المدن العربية الإسلامية وبعض المدن الأوربية في العصور الوسطى بحيث تبـدو وكأنها كائن عضوي ينمو ويمتد في الاتجاهين الأفقي والرأسـي ويتـدرج من العام إلى الخاص ومن الكل إلى الجزء [5].

النسيج العمراني لمدينة صنعاء القديمة:

تتميز مدينة صنعاء القديمة بنسيجها العمراني الفريد، الذي تميز بوجود الحدائق العمرانية التي تلتف حولها مجموعة من المباني السكنية، شكل (1). وهذه واحدة من أهم مميزات التخطيط الهندسي والمعماري للمدينة القديمة [6].

المسكن والبستان أهم مكونات المدينة



مكونات المجموعة السكنية

(حاتم الصباحي، 1987، ص47).

شكل (1): إطلالة المباني على البستان ساهم بالانفتاح نحو الخارج وبالتالي توفير متنفس لأهل الحي

ويتكون هذا النسيج بصورة عامة من عدة عناصر [7]: السور – البوابة – البستان (الحديقة العمرانية) – الصرحـة (السـاحة) – الطريـق – السـايلة (مجـرى السـيل) – الجامـع – الحمـام – بئـر المـاء (المسنى) – المسكن – السوق.

فلكل عنصر من مكونات النسـيج العمراني لمدينة صنعاء أهمية خاصة من خلال ارتباطه بعوامل معينة. فقد ازداد الاهتمام بالأسـواق لأهميتها الاقتصادية والتجارية وازداد الاهتمام بالمسجد الجامع لأهميته الدينية والسياسية والاجتماعية كما زاد الاهتمام بالقلاع والأسوار لأهميتها الدفاعية والقصور لأغراض وغايات سياسية شـخصية ورمزية وإدارية، كذلك زاد الاهتمام بالمدارس لأغراض تعليمية، ولكن المباني السكنية قد تميزت عن بقية الأنماط الوظيفية لتحقيقها عدة مؤشرات من أهمها ما يلي [8]:

1 – تكوين المباني السكنية لأكبر استعمالات الأرض في المدينة.
2 – العمق التاريخي للأبنية السكنية وامتداده إلى فترات زمنية بعيدة.
3 – ارتباطها بالحاجات الإنسانية بصورة أساسية.

https://doi.org/10.20428/JST.26.1.3

مما سبق يتبين أن المباني السكنية تمثل أهم مكونات المدينة وهو ما سيتم دراسته بقدر من التفصيل:

المباني السكنية التقليدية:

إن المباني السكنية في صنعاء جاءت كصورة حية للتناغم بين المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية للمجتمع والعوامل الطبيعية المحيطة وتمثل المباني السكنية التقليدية هذه الصيغة النهائية لتفاعل متغيرات عديدة، تفاعلت فأنتجت هذا الإنجاز المعماري الذي جاء لتقديم وظيفة أساسية، هي وظيفة الإيواء [9]. وقد برع الفنان المعماري اليمني ببناء البيوت والمساكن التي انفردت بأسلوب تخطيطها وفن بنائها وزخارفها الرائعة التي ميزتها عن مثيلاتها في الأقطار العربية الأخرى [10].

وتُقسم أنواع المساكن في صنعاء القديمة إلى ثلاثة أنواع كل نوع ينتمي إلى المنطقة التي نشأ فيها [11] على النحو الآتي:

- مساكن من ستة طوابق بالمتوسط (المسكن البرجي)
- مساكن من أربعة طوابق (المسكن التركي)
- مساكن ذات ارتفاع محدد لا يتعدى الثلاثة طوابق (المسكن اليهودي).

وأهم هذه الأنواع هي المساكن البرجية التي تجمع كافة العناصر الموجودة في الأنواع الأخرى [12]، وتُعد النوع السائد والأكثر انتشارا وتصل ارتفاعات هذا النوع من المباني إلى سبعة أو ثمانية طوابق، وقد تصل إلى تسعة طوابق [13]. وبذلك يكون المسكن البرجي أهم أنواع المساكن ضمن نسيج المدينة القديمة والذي سوف نتناوله بشكل تفصيلي، بعد دراسة المسكن التركي والمسكن اليهودي بشكل موجز شكل (2).

المسكن التركي:

يوجد في المنطقة الغربية [بئر العزب وبئر الشمس]، ويحاط المسكن بحديقة خارجية، وقد تطور هذا النوع خلال التواجد العثماني [11].

المسكن اليهودي:

يوجد في أقصى المنطقة الغربية وبيوت اليهود أقل ارتفاعا من بيوت المسلمين وذات مظهر متواضع أكثر في التشكيل الخارجي للواجهات. إذ إن هذه البيوت ذات مظهر داخلي في التزيين والزخرفة [11].

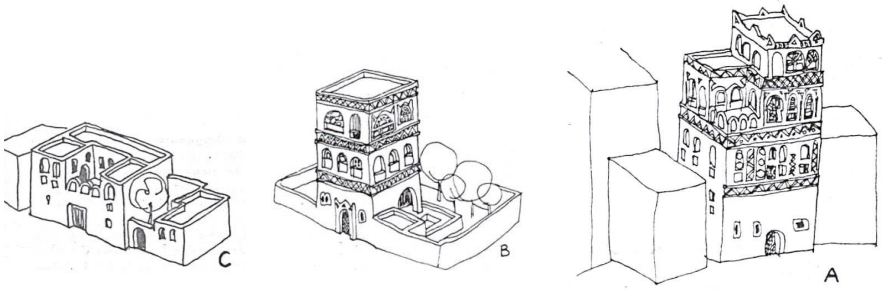
المسكن البرجي:

يوجد في المدينة القديمة التي بنيت بامتداد الجنوب الشرقي للقلعة شكل (2)، وتمتاز هذه المنطقة بوجود البستان الذي تلتف حوله مجموعة من المساكن [11]. ويتكون المسكن البرجي في صنعاء من جزأين يحددان بسهولة من الخارج. فهناك الطابق الأرضي المبني بالأحجار، وهو بدون فتحات بصورة شبه عامة، ويضم إسطبلا ومستودعات وغرفا علوية لحفظ المواد الغذائية (الحبوب) وتحيط كلها بمدخل الدهليز (فراغ التوزيع)، وما يعلو هذا الطابق مبني بالياجور (الآجر) وعليه زخارف جصية وفتحات عديدة [14]. أما واجهات المساكن البرجية فهي مزخرفة بأشكال هندسية جميلة من الجص ويضعون في نافذاتها العليا ألواحا من المرمر لتسمح بمرور الضوء [4]. فالتكوين الخارجي للمسكن البرجي المتعدد الطوابق في صنعاء القديمة يعكس ثلاثة مفاهيم أساسية [7]:

أ- المفهوم الأمني.

ب- المفهوم الاقتصادي.

اماكن تواجد المساكن التقليدية في مدينة صنعاء (عبد التواب، ص 10)



المسكن البرجي المسكن التركي المسكن اليهودي

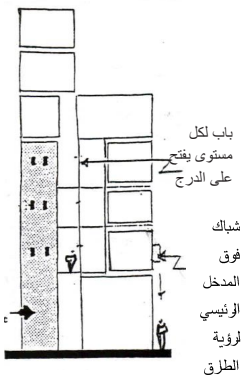
شكل (2): أنواع المساكن في صنعاء القديمة
(Hirschi and M., p. 42, 43)

ج- المفهوم الاجتماعي.

وسنتناول هذه المفاهيم بصورة موجزة:

أ- المفهوم الأمني:

الشكل الخارجي للمسكن البرجي ينبع من طابع دفاعي لتوفير الأمن في التصميم، حيث يسمح ارتفاعه رصد الأعداء بسهولة عن بعد، شكل (3)، كما يضمن مسقطه الأفقي المحدود بمدخله فرصة دفاعية جيدة عن مسكن آخر ذي مسقط أفقي مترامي الأطراف [15]، وقد أخذ المسكن هذا الشكل لكثرة الحروب التي تتعرض لها مدينة صنعاء فهو يشبه القلعة وقد استنبطت فكرة المسكن المتعدد الطوابق من أبراج الحراسة (النوبة) [16].



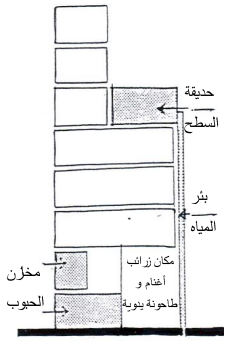
شكل (3): المفهوم الأمني في البيت الوجي
(Al-Sabahi, Hatim, p. 67).

https://doi.org/10.20428/JST.26.1.3

ب- المفهوم الاقتصادي:

صمم المسكن البرجي على عدة أدوار، لتخصيص الأدوار السفلية لخدمات المسكن (طاحونة يدوية، بئر للمياه، غرفة تجميع الفضلات من الأدوار العلوية) وكذا تخزين المواد الغذائية (الحبوب، الدقيق، الخضروات المجففة) وأيضا أماكن لتربية الأغنام والطيور وذلك لتأمين المواد الغذائية، شكل (4).

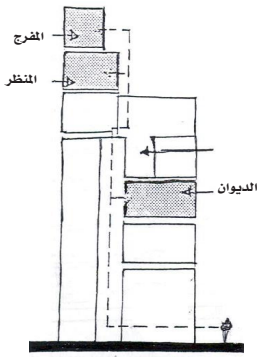
وبذلك يمثل المسكن البرجي وحدة مكتفية ذاتيا بشكل نسبي يؤمن الغذاء لساكنيه لفترات قد تصل إلى ثلاثة أشهر عند حدوث الحروب أو الجفاف التي تتعرض لها مدينة صنعاء.



شكل (4): المفهوم الاقتصادي في البيت الوجي
(Al-Sabahi, Hatim, p. 68).

ج- المفهوم الاجتماعي:

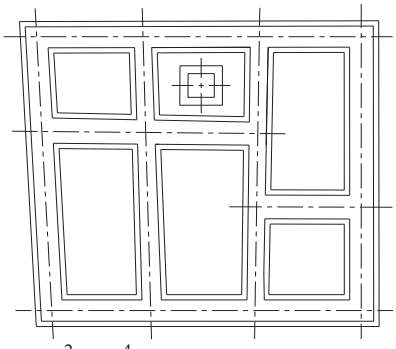
يؤكد هذا المفهوم خصوصية العائلة في نظام توزيع الأماكن وعلاقتها ببعضها، فوظيفة الدرج في المستوى الرأسي، ووظيفة الحجرة في المستوى الأفقي تضمن في كل طابق علاقة جيدة بالخارج، وتراتبا منسجما بين الغرف، وتضمن بصورة خاصة توفير الخصوصية لسكان البيت [14]. كما أن الفراغات الوظيفية المخصصة للاستقبال (الديوان، المفرج، المنظر) تساهم في تقوية العلاقات والترابط الإجتماعي بين سكان الحي، شكل (5).



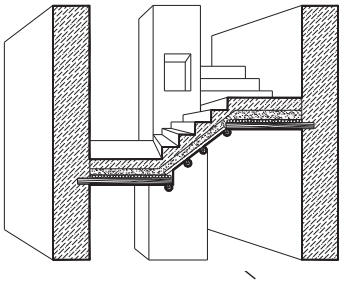
شكل (5): المفهوم الاجتماعي في البيت البرجي
(Al-Sabahi, Hatim, p. 69).

نظام القُطب والجدران الحاملة في المباني السكنية البرجية:

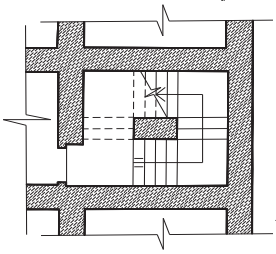
مدينة صنعاء هي التي صاغت الأسس الأولى للعمارة البرجية وأرست معارفها وقيمها المعمارية والإنشائية الأولى وأوجدت المبادىء والأسس في التعامل مع مواد البناء بحرفية عالية ومهارة فنية والوصول لتقنية تقليل الأحمال والأثقال كلما ازداد البناء تصاعديا ودرء الأخطار والكوارث كتأثير الرياح والهزات الأرضية (الزلازل) وغيرها من العوامل المؤثرة على المباني البرجية السكنية. ومن أجل ذلك ابتكر نظام البناء بالنواه (القطب) [2]. والقطب هو عبارة عن دعامة مركزية مربعة أو مستطيلة الشكل تبنى بالأحجار الصلدة ابتداء من الأساسات وحتى سطح البيت، وتلتف درجات السلم حول هذه الدعامة (القطب) [17] شكل (6). كونه محور الارتكاز الإنشائي للمباني البرجية في العمارة الصنعانية، إذ يعمل كعنصر أساسي في تجميع وتفريغ قوى الأثقال وتخفيفها لحدة ثقل حملها على الجدران الحاملة الداخلية والخارجية [2]. وحيث إن الجدران الحاملة في الأبنية التقليدية هي جدران شريطية حاملة للأوزان والأثقال شكل (6)، لذلك يتم استخدام الأحجار القوية والصلبة عند بناء الأساسات وجدران الطابق الأرضي والأول حيث أنها تشكل القاعدة القوية للمباني البرجية، ويتم استخدام الأحجار البازلتية السوداء غير منتظمة الشكل المعروفة بأسم (الجعم) في بناء الأساسات، وبعد ذلك يتم بناء جدران الطابق الأرضي لمسافة خمسة صفوف تقريبا باستخدام أحجار بازلتية سوداء المعروفة بأسم (الحبش) وهي أحجار قوية وصلبة ويمكن تهذيبها وتشكيلها وقصها. ثم بعد ذلك يكمل بناء الطابق الأرضي والأول باستخدام حجر البلق الأبيض وهي أحجار قوية سهلة التشكيل والنحت وتتميز بصلابتها الشديدة وسهولة تشكيلها [3]. والجدير بالذكر أنه عند بناء الجدران الحاملة في المباني البرجية فأنه يتم استخدام مقاطع خشبية مستطيلة الشكل بين مداميك البناء خصوصا في الطوابق السفلى (الأرضي والأول)، وذلك لغرض تسوية مداميك البناء وتوزيع الأحمال على الجدران بشكل متساوي [17] .



موقع قطب البيت، وكيف يتم توقيع الجدران الحاملة على الأساسات الشريطية للمبنى التقليدي.



قطب البيت (عمود البيت) وطريقة التفاف درجات السلم حوله.

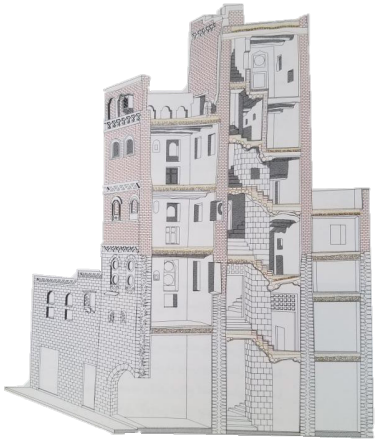


قطب البيت (عمود البيت) ويلاحظ الكثافة البنائية لمادة الحجر في بناءه وبناء الجدران المحيطة به ودرجات السلم والبسطات

مسقط السلم التقليدي

شكل (6): موقع القطب الإنشائي وعلاقته بالجدران الحاملة، وطريقة التفاف السلالم حوله

وبعد الانتهاء من بناء الطابق الأرضي والأول والتي تشكل القاعدة القوية للمباني البرجية، يتم بناء الطابق الثاني وحتى نهاية المبنى باستخدام مادة الياجور (الآجر) وهي قوالب مربعة الشكل [16.5 * 16.5] بسمك 4سم [13]. بحيث يبدأ البناء باستخدام أربع أو ثلاث طوبات في مدماك الطابق الثاني ثم يتناقص العدد تدريجيا في الأدوار العليا وصولا إلى الطابق الأخير الذي يبنى بطوبة واحدة فقط، وهذه العلاقة العسكية بين زيادة سماكة الجدران في الطوابق الوسطى وتناقصها تدريجيا في الطوابق العليا هي لتخفيف كثافة الجدران بسبب تناقص الأحمال كلما أرتفعنا إلى أعلى شكل (7)، أضف إلى ذلك استخدام العلاقة الطردية بين زيادة الفتحات وكبر مسطحاتها كلما أرتفع البناء إلى أعلى شكل (8) وذلك لتخفيف كثافة الجدران أيضا[3]. ويتم استخدام التبن والقش المخلوط بالطين أو الجص أو النورة مع الأوظار [بقايا كسر أحجار البناء] في عمل المونة التي تربط صفوف مداميك البناء [17].



شكل (7): قطاع في مبنى تقليدي يوضح عمل القطب والجدران الحاملة في المباني السكنية البرجية

المحور الثاني: الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية التقليدية:

يهدف هذا المحور إلى دراسة وتحليل الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية التقليدية، وذلك للوصول للأساسيات والشروط والاعتبارات التي مكنت البنائين التقليديين من تعليق الجدران الحاملة في الأبنية السكنية البرجية، وقد تم في إعداد هذا المحور عمل العديد من الزيارات الموقعية وتم الالتقاء ببعض البنائين التقليديين، لطرح الاستفسارات المتعلقة بالجدران الحاملة المعلقة.

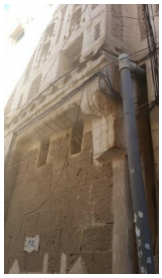
تم اختيار عينات الدراسة الميدانية بطريقة انتقائية وذلك للخروج بنقاط شاملة توضح طريقة تعليق الجدران الحاملة في الأبنية السكنية التقليدية والتي لم تحظَ بالدراسة والتوثيق في الدراسات السابقة.

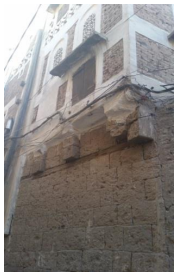
أما بالنسبة لحدود أو مجال الدراسة في مدينة صنعاء فإنها تمثل مدينة صنعاء القديمة بشكل عام أي أنها لم تختص بحارة معينة أو بشريحة معينة وإنما تمثل جميع حارات مدينة صنعاء القديمة بشرائحها المختلفة وذلك للخروج برؤية تُعطي تصورا واضحا لنظام الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية التقليدية.

شكل (8): العلاقة الطردية بين زيادة الفتحات وكبر مسطحاتها كلما أرتفع البناء إلى أعلى

نظام الجدران الحاملة المعلقة:

هو نظام إنشائي مبتكر، تفردت به العمارة الصنعانية القديمة على غيرها من العمارات التقليدية القديمة آنذاك. بحيث تمكن البناؤون التقليديون من تعليق الجدران البنائية الحاملة بعناصرها التشكيلية في الأدوار العليا وإبرازها عن الجدران البنائية الحاملة الأسفل منها، خصوصا والجدران كلها هي جدران حاملة للأوزان والأحمال الحية والميتة. وهذا يُعد تحدي إنشائي كبير للمواد والتقنيات التقليدية، ولكن البنائين التقليديين أثبتوا قدرتهم الكبيرة والبارعة في تعليق الجدران الحاملة في الأدوار العليا بمهارة عالية.





شكل (9): طريقة تعليق الجدران الحاملة من جهة واحدة للحصول على فراغات مركنة في الطوابق العليا (منظمة المدن والعواصم الإسلامية، ص)

وقد ظهر هذا النظام الإنشائي في بعض الأبنية السكنية التقليدية بسبب صغر المساحة المخصصة للبناء في الطابق الأرضي. لذلك لجأ البناؤون لتعليق وإبراز الجدران الحاملة في الطوابق العلوية والمخصصة للسكن بغرض زيادة مساحة الفراغات الوظيفية. كما ظهر هذا النظام الإنشائي أيضا في بعض الحالات الأخرى وذلك بسبب عدم انتظام شكل المساحة المخصصة للبناء، فعندما يكون أحد أركان الطابق الأرضي بزاوية غير قائمة في بعض الأبنية السكنية التقليدية، فيتم معالجتها بتعليق الجدران البنائية في الطابق الأول من جهة واحدة فقط – وهي جهة الركن الغير مركن بزاوية قائمة – بالشكل الذي يُمكّن من الحصول على ركن بزاوية قائمة أو شبه قائمة وذلك للحصول

على فراغات منتظمة في الأدوار العليا شكل (9).

بالرغم من أن الجدران الحاملة المعلقة هي عناصر إنشائية بحتة إلا أنها ظهرت لتحقيق متطلبات وظيفية كما أشرنا أعلاه، أضف إلى ذلك أنها تظهر بأشكال جمالية وتحقق متعة بصرية جيدة للعين من خلال البارز والخاسف والتلاعب بالضوء والظل.

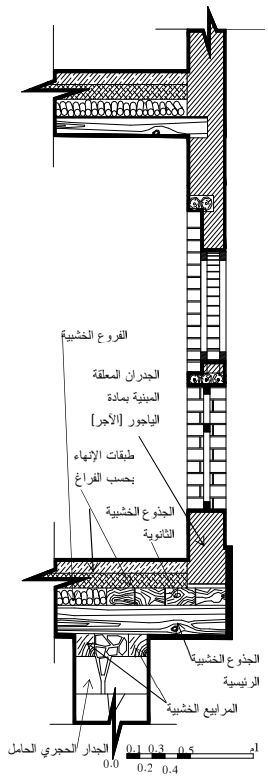
طريقة تنفيذ الجدران الحاملة التقليدية:

يتطلب نظام الجدران الحاملة المعلقة أخذ العديد من الأساسيات والشروط الواجبة لتنفيذها، وذلك لمنع انزلاق الجدران الحاملة المعلقة بفعل عزم الدوران الناتج عن الأوزان لتلك الجدران المعلقة والأحمال التي عليها، ولتحقيق ذلك يجب أن تتم مراحل تنفيذ الجدران الحاملة كما يلي شكل (10) وشكل (12):

أولا: يتم البدء بأعمال الحفريات وبناء الأساسات، وبعد ذلك تبنى الجدران الحاملة الحجرية بارتفاع طابق أو طابقين بالأحجار الصلدة والقوية وفقا لشروط وأساسيات النظام التقليدي المتبع والمذكورة آنفا. وتشكل تلك الجدران الحاملة الحجرية القاعدة الأساسية التي ستعلق عليها الجدران الحاملة المعلقة المبنية بالياجور (الآجر) بواسطة الجذوع الخشبية الرئيسية.

ثانيا: بعد الإنتهاء من بناء الجدران الحاملة الحجرية يتم وضع مرابيع خشبية عليها مباشرة، وعلى طول واجهة البناء، وتشكل تلك المرابيع الخشبية القاعدة التي تستند عليها الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقة المبنية بمادة الياجور [الآجر] شكل (10). والغرض من وضع المرابيع الخشبية هو لسببين رئيسين:

1- تسوية مداميك البناء.
2- توزيع أوزان وأحمال الجدران المعلقة على الجدران الحجرية بشكل متساوي.
3- تثبيت الحمل المركز الناتج من الجذوع الخشبية – الحاملة للجدران المعلقة – عند ارتكازها على تلك المرابيع الخشبية.



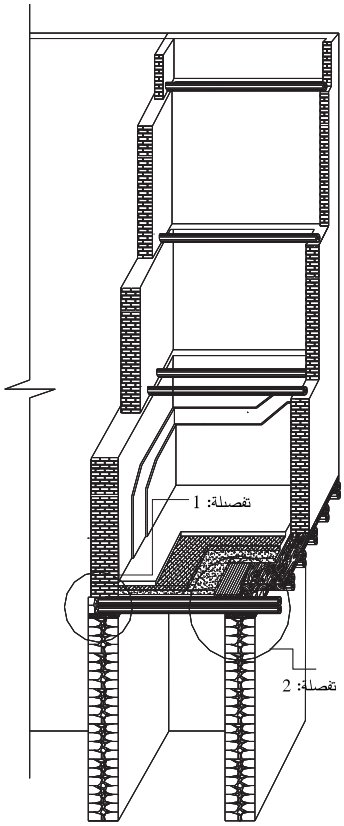
شكل (10): قطاع يوضح طريقة عمل الجدران الحاملة المعلقة

أثناء الدراسة الميدانية تم ملاحظة أحد الأبنية السكنية التقليدية والتي أعيد ترميمها، بحيث تم وضع الجذوع الخشبية الرئيسية – الحاملة للجدران المعلقة – مباشرة فوق الجدران الحجرية الحاملة وبدون

شكل (11): ظهور تشققات في الجدران البنائية الحجرية نتيجة عدم وضع طبقة المرابيع الخشبية تحت الجذوع الخشبية الحاملة للجدران المعلقة والمبنية بالياجور (الآجر)

وضع طبقة المرابيع الخشبية. وقد تم ملاحظة وجود تشققات في الأحجار التي تستند عليها الجذوع الخشبية الرئيسية مباشرةً، والسبب في ذلك هو تركيز الأوزان والأحمال في نقاط مركزةً تحت الجذوع الخشبية الرئيسية – الحاملة للجدران المعلقة – المستندةً بشكل مباشر على الجدران الحجرية شكل (11)، وهو ما يؤكد ضرورة عمل طبقة المرابيع الخشبية تحت الجذوع الخشبية الرئيسية.

ثالثا: بعد الإنتهاء من وضع المرابيع الخشبية، يتم وضع الجذوع الخشبية الرئيسية عليها مباشرةً بشكل متعامد، مع مراعاةً إبراز الجذوع الخشبية الرئيسية من جهة الشارع وتعليقها بالمسافة المطلوبة عن الجدران الحجرية الحاملة شكل (10)، وفي نفس الوقت يجب أن يتم زرع نهايات تلك الجذوع الخشبية الرئيسية من الجهة الأخرى بالمسافة المطلوبة داخل الجدران الداخلية الموازية للجدران الحجرية الحاملة على ألا تقل عن نصف عرض الجدار أو ثلثيه. انظر تفصيله رقم 1 في شكل (12)، وذلك لتثبيت الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقة بالشكل المطلوب ومنع انزلاقها من جهة الشارع نتيجة عزم الدوران. وعند وضع الجذوع الخشبية يجب مراعاةً الشروط الآتية:



شكل (12)، قطاع تفصيلي في مبنى سكني تقليدي يوضح طريقة عمل الجدران الحاملة المعلقة

1 – يجب أن تكون الجذوع الخشبية الرئيسية من الأخشاب المتينة والقاسية مثل خشب العلب والسدر والطلح والقرظ. ويتم تحديد نوع الخشب المستخدم بحسب الأوزان والأحمال وعدد الأدوار المعلقة.

2 – يجب أن تكون الجذوع الخشبية الرئيسية سليمة وشبه مستقيمة وخالية من العيوب. ويتم اختيار مقاطع الجذوع الخشبية وبالأطوال المناسبة والكافية لتعليق الجدران الحاملة المعلقة بالشكل المطلوب وفقا للشروط والأساسيات.

3 –تحدد مساحة مقاطع الجذوع الخشبية الرئيسية وأعدادها في كل نقطة ارتكاز نسبة للأوزان والأحمال ونسبة لمسافة بروز الجدران الحاملة المعلقة عن الجدران الحاملة الحجرية الأسفل منها، بحيث توضع الجذوع الخشبية الرئيسية إما بشكل فردي أو زوجي – توضع إما أفقيا أو بشكل رأسي – أو أكثر من ذلك في كل نقطة ارتكاز. مع مراعاةً أن يكون قطر الجذوع الخشبية الرئيسية المستخدمة من 25 – 35 سم. وكما أشرنا أنه يمكن استخدام جذعين رئيسيين في كل نقطة ارتكاز أو أكثر بحسب الأوزان والأحمال وعدد الطوابق المعلقة

4 – تُحدد المسافة الأفقية لنقاط الارتكاز بين الجذوع الخشبية الرئيسية وفقا للأوزان والأحمال الناشئة عن الجدران الحاملة المعلقة ووفقاً لعدد الطوابق المعلقة.

5 – تخضع مسافة بروز الجدران الحاملة المعلقة عن الجدران الحجرية الأسفل منها، وفقا للأوزان والأحمال التي عليها ووفقا لعدد الطوابق العلوية فوقها، مع مراعاةً ألا يزيد عدد الطوابق المعلقة عن ثلاثة طوابق. فعندما يزيد عدد الأدوار المعلقة تقل مسافة بروز الجدران الحاملة المعلقة. على سبيل المثال يلاحظ أنه عند تعليق الجدران الحاملة بارتفاع طابق واحد تكون مسافة البروز من 60 – 80 سم، أما عند تعليقها بارتفاع طابقين تكون مسافة البروز 40 – 60 سم، أما عند تعليقها

ثلاث طوابق تكون مسافة البروز 30 – 40 سم شكل (13). وهناك حالة واحدة فقط تم تعليق الجدران الحاملة بمسافة 100 سم وذلك في الطابق الأخير فقط لبيت العروسي في حارة الأبهر شكل (14)، وقد تم عمل احتياطات خاصة تتمثل بوضع عدد 4 جذوع خشبية عند كل نقطة ارتكاز لحمل الجدران الحاملة المعلقة في الطرف الأيسر للواجهة كون المساحة المعلقة كبيرة بالإضافة إلى تكبير منطقة الدفن بالتراب الرطب والجاف خصوصا فوق الفروع والجذوع الخشبية الداخلية – غير المعلقة – لتشكل ثقلا يمنع انزلاق الجدران الحاملة المعلقة للخارج، أما في الطرف الأيمن للواجهة فقد اكتفي بعمل قوس متدرج كون المساحة المعلقة صغيرة.

شكل (13): كلما زاد عدد الطوابق المعلقة تقل مسافة بروز الجدران الحاملة المعلقة

أما في منطقة الوسط فهي تستند مباشرة على جدار من الياجور (الآجر) في الطابق الأسفل منها (الطابق الثاني)، ويبرز هذا الجدار ويستند على القوس الحجري الأسفل منه والذي يقع في الطابق الأول، كما أن القوس الحجري تم تنفيذه بشكل بارز ومتدرج ويستند مباشرة على الطابق الأرضي الأسفل منه شكل (14).

شكل (14): بيت العروسي في حارة الأبهر تم تعليق الجدران البنائية الهيكلية الحاملة في الطابق الأخير بمسافة 1 م عن الجدران البنائية الهيكلية الحاملة الأسفل منها

رابعا: بعد الإنتهاء من تثبيت الجذوع الخشبية الرئيسية بالشكل الصحيح يتم البدء بعمل فرشة من الجذوع الخشبية الثانوية متوسطة الحجم بأقطار من 15 – 18 سم، وبعد تربيعها يتم وضعها جنبا إلى جنب وبشكل متعامد على الجذوع الخشبية الرئيسية خصوصا في المنطقة المعلقة جهة الشارع. اما الجهة الداخلية للجذوع الخشبية الرئيسية – غير المعلقة– فيمكن تغطيتها بشكل متعامد عليها باستخدام فرشة من الفروع الخشبية ترص بجانب بعضها البعض بحيث لا تترك فراغات بينها، وتكون أقطار هذه الفروع الصغيرة غالبا من 3–5 سم تقريبا انظر تفصيله رقم 2 في الشكل (12) وللتوضيح شكل (10).

خامســا: بعد الانتهاء من وضع الجذوع الخشــبية الثانوية وتغطية الجذوع الخشبية الرئيسية بالكامل. يتم البدء ببناء الجدران الحاملة المعلقة باســتخدام مادة الياجور (الآجر(فقط كونها خفيفة نسبيا. مع مراعاة بناء الجدران الحاملة المعلقة فوق طبقة الجذوع الخشــبية الثانوية مباشــرة ودون عمل طبقات الردم بالطين الجاف والناعم شكل (10) وشكل (12). كما أنه يجب:

1- تخفيف كثافة الجدران البنائية المعلقة بالشكل الذي لا يؤثر على سلامتها وادائها.

2- استخدام العلاقة الطردية بين زيادة الفتحات وكبر مسطحاتها كلما ارتفع البناء إلى أعلى وزاد عدد الطوابق المعلقة، على ألا تتجاوز الطوابق المعلقة عن ثلاثة طوابق ومراعاة بقية الشروط الأخرى.

ويتم تغطية الجذوع الخشبية الثانوية وبالتحديد خلف المساحة المخصصة للجدران الحاملة المعلقة بطبقة من الطين المبلل بســمك 10 ســم، وبعدها يتم عمل طبقة من الطين الناعم والجاف بســمك 10 سم. ويتم تنفيذ طبقة الانهاء الداخلي للجدران المعلقة بحسب الفراغ المستخدم. وبعد ذلك يتم تنفيذ طبقة الإنهاء للأرضيات بحسب الفراغ المستخدم شكل (10) وشكل (12).

سادسا: بعد الانتهاء من بناء الجدران الحاملة المعلقة، يجب البدء بتنفيذ طبقتي الإنهاء الخاصة بحماية الجذوع الخشبية – الرئيسية والثانوية - البارزة والمعلقة جهة الشارع. بحيث يتم تنفيذ الطبقة الأولى: وهي طبقة الملاجة (عبارة عن خليط من الطين والتبن والقش) وتوضع مباشــرة على الجذوع الخشــبية- الرئيســية والثانوية - المعلقة بحيث تغطيها بشكل كامل، وتترك حتى تجف. بعد التأكد من ثبات طبقة الملاجــة وجفافها. يتم وضع الطبقة الثانية عليها مباشــرة: وهــي طبقة القص (الجبس الأبيض) بحيث تغطــي طبقة الملاجة تماما. وأهميــة طبقتي الإنهاء هو لحماية الجذوع والفروع الخشــبية من التقلبات الجوية والقوارض والحشرات وكل ما يؤدي إلى تلفها او اضعافها. وذلك كون الجذوع الخشبية – الرئيسية والثانويــة - هي العناصر الحاملة والمعلقة للجدران الحاملة وتلفها أو إضعافها يؤدي إلى انزلاق أو انهيار الواجهة المعلقة.

نتائج الدراسة الميدانية:

خلصت الدراســة الميدانية إلى الخروج بالأساســيات والشــروط التي مكنت البنائين التقليديين من تعليق الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية التقليدية والتي لم توثق من قبل. أظهرت الدراسة الميدانية أنــه توجد مراحل متسلســلة وضرورية لتنفيذ الجدران الحاملة المعلقــة، وتم رصد تلك المراحل وتدوين الأساســيات والشــروط الخاصة بها. فبعد الانتهاء من بناء الأساســات والجدران الحجرية في الطوابق السفلى والتي تشكل القاعدة الأساسية لتعليق الجدران الحاملة. يتم البدء بعمل طبقة المرابيع الخشبية والغرض منها تســوية مداميك البناء وتوزيع الأوزان والأحمال بشــكل متســاوي على الجدران الحجرية الأســفل منها وكذلك تشــتيت الحمل المركز الناتج من الجذوع الخشبية – الحاملة للجدران المعلقة – عند ارتكازها على المرابيع الخشــبية، وبعد ذلك يتم وضع الجذوع الخشــبية الرئيسية مباشرة وبشكل متعامد على المرابيع الخشــبية، مع مراعاة عمل البروز المطلوب لتلك الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقــة، ويجب أن يتم زرع نهايات تلك الجذوع الخشــبية الرئيســية من الجهة الأخــرى داخل الجدران الحجرية الداخلية الموازية للجدران الحجرية جهة الشارع بالمسافة المطلوبة والخاضعة للأحمال على أن لا تقل المســافة المزروعة عن نصف عرض الجدار أو ثلثيه. والســبب في ذلك هو لتثبيت الجذوع الخشبية الرئيســية الحاملة للجدران المعلقة بالشــكل المطلوب ومنع انزلاقها جهة الشــارع نتيجــة عزم الدوران. والجذوع الخشبية الرئيسية يجب أن تكون من الأخشاب المتينة والقاسية مثل خشب العلب والسدر والطلح والقــرظ، ويجــب أن تكون تلك الجذوع مســتقيمة إلى حد ما وبالأطوال والأقطار المنَاســبة وخالية من العيوب التي تضعفها، كما أن تحديد مساحة مقاطع تلك الجذوع الخشبية الرئيسية وأعدادها في كل نقطة ارتكاز والمسافة الأفقية لنقاط الارتكاز تخضع للأوزان والأحمال التي عليها ومسافة بروز الجدران المعلقة وعــدد الأدوار المعلقة. على ألا يزيد عدد الطوابق المعلقة عن ثلاثة طوابق. مع مراعاة أنه كلما زاد عدد الطوابق المعلقة قلت مسافة بروز الجدران الحاملة المعلقة. فعند تعليق ثلاثة طوابق تكون مسافة البروز

من 30–40 سم، وعند تعليق طابقين تكون المسافة من 40 – 60 سم، وعند تعليق طابق واحد تكون المسافة من 60 – 80 سم. وهناك حالة فريدة وهي في بيت العروسي بحارة الفليحي تم تعليق الطابق الرابع وهو الطابق الأخير مسافة 1 م وقد أجريت لذلك معالجات خاصة.

بعد الانتهاء من تثبيت الجذوع الخشبية الرئيسية وفقا للشروط والأساسيات الواجبة يتم البدء بعمل فرشة من الجذوع الخشبية الثانوية متوسطة الحجم بأقطار من 15–18 سم، وبعد تربيعها يتم وضعها جنبا إلى جنب وبشكل متعامد على الجذوع الخشبية الرئيسية خصوصا في المنطقة المعلقة جهة الشارع. أما بالنسبة للمنطقة غير المعلقة فيتم تغطية الجذوع الخشبية الرئيسية باستخدام فروع خشبية صغيرة توضع بشكل متعامد على تلك الجذوع. وبعد ذلك يتم البدء ببناء الجدران الحاملة المعلقة – باستخدام مادة الياجور (الآجر) – فوق طبقة الجذوع الخشبية الثانوية مباشرة ودون عمل طبقات الردم بالطين الجاف والناعم. ويجب تخفيف كثافة الجدران البنائية المعلقة بالشكل الذي لا يؤثر على سلامتها وأدائها وكذلك استخدام العلاقة الطردية بين زيادة الفتحات وكبر مسطحاتها كلما ارتفع البناء إلى أعلى وزاد عدد الطوابق المعلقة على ألا تتجاوز ثلاثة طوابق. مع مراعاة تغطية الجذوع الخشبية الثانوية وبالتحديد خلف المساحة المخصصة للجدران الحاملة المعلقة بطبقة من الطين المبلل وبعدها يتم عمل طبقة من الطين الناعم والجاف. ويتم تنفيذ طبقة الإنهاء الداخلي للجدران المعلقة بحسب الفراغ المستخدم. وبعد ذلك يتم تنفيذ طبقة الإنهاء للأرضيات بحسب الفراغ المستخدم.

وبعد الانتهاء من بناء الجدران الحاملة المعلقة، يجب البدء بتنفيذ طبقتي الإنهاء الخاصة بحماية الجذوع الخشبية – الرئيسية والثانوية – البارزة والمعلقة جهة الشارع. بحيث يتم عمل الطبقة الأولى عليها مباشرة: وهي طبقة الملاجة (عبارة عن خليط من الطين والتبن والقش) وبعدها يتم وضع الطبقة الثانية: وهي طبقة القص (الجبس الأبيض) بحيث تغطي طبقة الملاجة تماما. وأهمية طبقتي الإنهاء تلك هو لحماية الجذوع الخشبية – الرئيسية والثانوية – البارزة والمعلقة من التقلبات الجوية والقوارض والحشرات وكل ما يؤدي إلى تلفها او إضعافها. وذلك كون تلك الجذوع الخشبية هي العناصر الحاملة والمعلقة للجدران الحاملة وتلفها أو إضعافها يؤدي إلى انزلاق أو انهيار الجدران الحاملة المعلقة.

أظهرت الدراسة الميدانية بأن جميع مراحل تنفيذ الجدران الحاملة المعلقة أساسية وضرورية مع مراعاة الأساسيات والشروط الواجبة لكل مرحلة أثناء التنفيذ. فقد رصدت الدراسة على سبيل المثال بعض الأبنية التقليدية التي تم ترميمها أو إعادة بنائها بحيث تم الاستغناء عن طبقة المرابيع الخشبية التي توضع تحت الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقة. مما أدى إلى ظهور شروخ في الجدران الحجرية تحت الجذوع الخشبية الرئيسية مباشرة نتيجة تركز حمل الجدران الحاملة المعلقة – المبنية بالياجور (الآجر) – وعدم تشتيتها بواسطة طبقة المرابيع الخشبية.

الاستنتاجات:

تطور النظام الإنشائي في العمارة التقليدية بصنعاء بشكل كبير. بحيث تمكن البناؤون التقليديون عبر سلسلة من التجارب الموقعية إلى الوصول للمباني السكنية البرجية التي قد تصل إلى 9 طوابق أحيانا. ليس ذلك فحسب فقد تطور النظام الإنشائي بحيث تم تعليق الجدران الحاملة المعلقة بطريقة فريدة ومبتكرة. وذلك يُعد تحدي إنشائي كبير فعملية تعليق جدران بنائية حاملة للأوزان والأثقال وفي مباني برجية نفذت بمواد وتقنيات تقليدية هو من أبرز سمات تطور النظام الإنشائي التقليدي للعمارة التقليدية بصنعاء والذي تميزت به عن غيرها من الحضارات القديمة آنذاك.

أظهرت الدراسة بأن نظام الجدران الحاملة المعلقة هو نظام إنشائي مبتكر، تفردت به العمارة الصنعانية القديمة على غيرها من العمارات التقليدية القديمة آنذاك. بحيث تمكن البناؤون التقليديون من تعليق الجدران البنائية الحاملة بعناصرها التشكيلية في الأدوار العليا وإبرازها عن الجدران البنائية الحاملة الأسفل منها بطريقة مبتكرة. خصوصا والجدران كلها هي جدران حاملة للأوزان والأحمال الحية والميتة.

وهذا يُعد تحدي إنشائي كبير للمواد والتقنيات التقليدية، ولكن البنائين التقليديين أثبتوا قدرتهم الكبيرة والبارعة في تعليق الجدران الحاملة في الأدوار العليا بمهارة عالية.

أظهرت الدراسة تقدم الجانب الانشائي في العمارة التقليدية بصنعاء آنذاك، والذي مكن البنائين التقليديين في الأدوار العليا من تعليق الجدران الهيكلية الحاملة (المبنية بمادة الآجر) على الجدران الهيكلية الحاملة الأسفل منها (المبنية بمادة الحجر) بمهارة فنية وعالية.

أظهرت الدراسة الميدانية بأن نظام الجدران الحاملة المعلقة ظهر لتحقيق متطلبات وظيفية في بعض الأبنية السكنية التقليدية بسبب صغر المساحة المخصصة للبناء في الطابق الأرضي. لذلك لجأ البناؤون لتعليق وإبراز الجدران الحاملة في الطوابق العلوية والمخصصة للسكن بغرض زيادة مساحة الفراغات الوظيفية. كما ظهر هذا النظام الإنشائي ايضا عندما يكون أحد أركان الطابق الأرضي بزاوية غير قائمة في بعض الأبنية السكنية التقليدية، فيتم معالجتها بتعليق الجدران البنائية في الطابق الأول من جهة واحد فقط – وهي جهة الركن غير المركن بزاوية قائمة – بالشكل الذي يُمكن من الحصول على ركن بزاوية قائمة أو شبه قائمة وذلك للحصول على فراغات منتظمة في الأدوار العليا. أضف إلى ذلك أن الجدران الحاملة المعلقة تظهر بأشكال جمالية وتحقق متعة بصرية جيدة للعين من خلال البارز والخاسف والتلاعب بالضوء والظل، وبالرغم من نظام الجدران الحاملة المعلقة هو نظام إنشائي بحت إلا أنه ظهر لتحقيق الوظيفة والجمال والمنفعة. وما سبق ذكره يؤكد فرضية البحث بأن ظهور الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية هو استجابة لحل بعض المشاكل الموقعية والنادرة والتي واجهت البنائين آنذاك وذلك كون العمارة التقليدية هي عمارة صادقة بكل المقاييس وليست عمارة استعراضية.

أظهرت الدراسة بان الحلول النادرة التي ابتكرها البناؤون لتنفيذ الجدران الحاملة المعلقة جاءت استجابة لحل بعض المشاكل الموقعية والنادرة. والتي تتم عبر مراحل ضرورية وفقا للأساسيات والشروط الواجبة للتنفيذ. حيث تم استخدام طبقة المرابيع الخشبية تحت الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقة، وذلك لتسوية وتوزيع أحمال الجدران المعلقة على الجدران الحجرية، ولتشتيت الحمل المركز الناتج من الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقة. وتستخدم الجذوع الخشبية الرئيسية من الأخشاب القوية والمتينة والقاسية مثل خشب العلب والسدر والطلح والقرظ، ويجب أن تكون الجذوع الخشبية الرئيسية سليمة وشبه مستقيمة وخالية من العيوب، وبالأطوال المناسبة وتحدد مساحة مقطعها وأعدادها في كل نقطة ارتكاز والمسافة الأفقية لنقاط الارتكاز بحسب الأوزان والأحمال التي عليها، ومسافة بروز الجدران المعلقة وعدد الأدوار المعلقة أيضا. على ألا يزيد عدد الطوابق المعلقة عن ثلاثة طوابق. مع مراعاة أنه كلما زاد عدد الطوابق المعلقة قلت مسافة بروز الجدران الحاملة المعلقة جهة الشارع. ويجب أن يتم زرع نهايات تلك الجذوع الخشبية الرئيسية من الجهة الأخرى داخل الجدران الحجرية الداخلية الموازية للجدران الحجرية جهة الشارع بالمسافة المطلوبة والخاضعة للأحمال على ألا تقل المسافة المزروعة عن نصف عرض الجدار أو ثلثيه. والسبب في ذلك هو لتثبيت الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقة بالشكل المطلوب ومنع انزلاقها جهة الشارع نتيجة عزم الدوران. وبعد ذلك يتم البدء بعمل فرشة من الجذوع الخشبية متوسطة الحجم وبعد تربيعها، يتم وضعها جنبا إلى جنب وبشكل متعامد على الجذوع الخشبية الرئيسية خصوصا المنطقة المعلقة جهة الشارع. أما بالنسبة للمنطقة غير المعلقة فيتم تغطية الجذوع الخشبية الرئيسية باستخدام فروع خشبية صغيرة توضع بشكل متعامد على تلك الجذوع. وبعد ذلك يتم البدء ببناء الجدران الحاملة المعلقة باستخدام مادة الياجور) الآجر(فقط كونها خفيفة نسبيا. ويجب تخفيف كثافة الجدران البنائية المعلقة بالشكل الذي لا يؤثر على سلامتها وأدائها ويتم استخدام العلاقة الطردية بين زيادة الفتحات وكبر مسطحاتها كلما ارتفع البناء إلى أعلى وزاد عدد الطوابق المعلقة على ألا تتجاوز ثلاثة طوابق. ويراعى تنفيذ طبقات الإنهاء بحسب الفراغ المستخدم.

وبعد الانتهاء من بناء الجدران الحاملة المعلقة، يجب البدء بتنفيذ طبقتي الإنهاء الخاصة بحماية الجذوع الخشبية – الرئيسية والثانوية - البارزة والمعلقة جهة الشارع. بحيث يتم عمل الطبقة الأولى عليها مباشرة؛ وهي طبقة الملاجة (عبارة عن خليط من الطين والتبن والقش) وبعدها يتم وضع الطبقة الثانية؛ وهي طبقة القص (الجبس الأبيض) بحيث تغطي طبقة الملاجة تماما. وأهمية طبقتي الإنهاء تلك هو لحماية الجذوع الخشبية من التقلبات الجوية والقوارض والحشرات وكل ما يؤدي إلى تلفها او إضعافها. وذلك كون الجذوع الخشبية هي العناصر الحاملة والمعلقة للجدران الحاملة، وتلفها أو إضعافها يؤدي إلى انزلاق أو انهيار الجدران الحاملة المعلقة.

أظهرت الدراسة بأن جميع مراحل تنفيذ الجدران الحاملة المعلقة أساسية وضرورية مع مراعاة الأساسيات والشروط الواجبة لكل مرحلة أثناء التنفيذ، ولا يمكن الاستغناء عن أي مرحلة بأي حال من الأحوال. فقد رصدت الدراسة وجود تجاوزات لذلك في بعض الأبنية التقليدية التي تم ترميمها أو إعادة بنائها، وكانت النتيجة ظهور مشاكل إنشائية تُهدد سلامة تلك الأبنية.

أظهرت الدراسة بأن نظام الجدران الحاملة هو النظام الإنشائي السائد في الأبنية السكنية بصنعاء القديمة، كما أن ظهور نظام الجدران الحاملة المعلقة بشكل قليل يرجع إلى وجود بعض المشاكل الموقعية والنادرة والتي تطلبت ظهور بعض الحلول النادرة لتحقيق الوظيفة المطلوبة والمنفعة والجمال بدون أي تكلف أو تعبير مصطنع. وكلا النظامين تجمعها الوحدة التصميمية في صياغتها ومواد البناء المشتركة في تنفيذها والبناءين التقليديين الذين صاغوها تحت مفهوم المجهود الابداعي للعمل الجماعي.

التوصيات:

- توصي الدراسة بعمل دراسات وأبحاث خاصة بالنظام الإنشائي المتخصص الذي ظهر في السماسر (مكان إيواء المسافرين) بمدينة صنعاء القديمة.
- كما توصي بعمل دراسات وأبحاث متخصصة حول بعض المواد البنائية التقليدية وكيفية تطويرها لتوظيفها في المباني المعاصرة للحد من استهلاك الطاقة.

المراجع:

[1] باسكال ماريشو، صنعاء مسار مدينة عربية، معهد العالم العربي، باريس، 1987م.

[2] منظمة المدن والعواصم الإسلامية، أسس التصميم المعماري والتخطيط الحضري في العصور الإسلامية المختلفة. منظمة المدن والعواصم الإسلامية - جدة، 2005م.

[3] عبد الرحمن يحي الحداد، صنعاء القديمة (المضامين التاريخية والحضارية)، مؤسسة العفيف الثقافية، الطبعة الأولى، صنعاء، 1992م.

[4] أحمد فخري، اليمن ماضيها وحاضرها، المكتبة اليمنية للنشر والتوزيع، صنعاء، الطبعة الثانية، 1988م.

[5] نمير هيكل، جوانب من القيم التشكيلية لفن العمارة الصنعانية، مجلة دراسات يمنية، مركز الدراسات والبحوث اليمني، صنعاء، العدد 35، يناير – مارس، 205 - 245، 1989م.

[6] عبد الرحمن محمد الحداد، بساتين صنعاء التاريخية... وفاعل الخير - إصدار جريدة الثورة، العدد 14488، الاثنين 12 يوليو، الملحق الثقافي، 2004م.

[7] حاتم الصباحي، المجموعة السكنية والمسكن بمدينة صنعاء بين العمارة التقليدية والعمارة المعاصرة، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 1987م.

[8] محمد الخطيب، خصائص تصميم الشكل الخارجي للمسكن في العراق. رسالة ماجستير. كلية الهندسة - الجامعة التكنولوجية. 1996م.

[9] عبد القوي طالب، مميزات المواد المستخدمة في العمارة السكنية بصنعاء القديمة، مجلة دراسات يمنية، مركز الدراسات والبحوث اليمني، صنعاء، العدد 35، يناير- مارس، 288 - 292، 1989م.

[10] غازي رجب محمد، الستائر الجصية في الفن العربي اليمني (العقود اليمنية)، مجلة دراسات يمنية، مركز الدراسات والبحوث اليمني، صنعاء، العدد 28، أبريل – يونيو، 1987م.

[11] Hirschi, Suzanne. and Max, Hirschi. L'architecture Au Yemen Du Nord, Berger LevRault, Paris, 1983.

[12] منى سراج الدين وآخرون، التطور الاقتصادي والتغير المعماري، جائزة الأغاخان للعمارة، ندوة الحداثة والتراث، صنعاء، 63 – 93، 1983م.

[13] Lewcock, Ronald, The old Walled city of Sana'a, UNESCO, Paris, Printed in Belgium, Second impression, 1987.

[14] جان شارل دي بول، أما إذا غيرنا كل شيء في البيت، مجلة دراسات يمنية، مركز الدراسات والبحوث اليمني، صنعاء، العدد 45، يناير – مارس، 252 – 258، 1992م.

[15] خالد الحاضري، الأنماط المعمارية والعمرانية اليمنية للمباني العامة المعاصرة كنتاج للمتغيرات الثقافية والاجتماعية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 2000م.

[16] Serjeant, R.B.& Lewcock, "Sana'a": An Arabian Islamic city. World of Islam Festival Trust, London, 1983, p. 436.

[17] عبد الله عبد السلام الحداد، صنعاء تاريخها ومنازلها الأثرية، دار الآفاق العربية، القاهرة، الطبعة الأولى، 1999م.