

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

نظام الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية بصنعاء القديمة

الملخص:

تطور النظام الإنشائي في العمارة التقليدية بصنعاء تطوراً كبيراً عبر سلسلة من التجارب الموقعية لمجموعة أجيال متعاقبة توارثت فن البناء خلال آلاف السنين، وهو ما مكن البنايين 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 الإنشائي لبعض الأبنية السكنية التقليدية يلاحظ وجود ظاهرة نادرة وفريدة وهي إمكانية تعليق الجدران الحاملة في الأدوار الوسطى أو العليا، إلا أن تلك الظاهرة الفريدة لم تحظ بالدراسة والاهتمام من قبل الباحثين والمهتمين بالعمارة التقليدية وهي مشكلة البحث لذلك يهدف هذا البحث إلى دراسة وتحليل الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية بصنعاء القديمة بأسلوب علمي ومنهجي، لمعرفة كيف تم توظيف المواد التقليدية بتقنيات بسيطة والوصول إلى تعليق الجدران الحاملة ولتحقيق ذلك الهدف فقد تم تقسيم البحث إلى محورين رئيسيين تسلسلاً لتحقيق هدفه. بحيث خصص المحور الأول من البحث (الإطار النظري): للتعريف بالمشكلة البحثية وطرح إطار نظري لها. بينما خصص المحور الثاني (الدراسة الميدانية): لدراسة الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية بصنعاء القديمة وتحليلها وتوفير المعلومات الكافية عنها. وتأتي أهمية البحث من كونه إضافة علمية للتعريف بنظام الجدران الحاملة المعلقة وخصائصها في الأبنية السكنية. وقد خلص البحث إلى الوصول للأساسيات والشروط التي مكنت البنايين التقليديين من تعليق الجدران الحاملة في الأبنية السكنية البرجية بصنعاء.

الكلمات المفتاحية: العمارة الصناعية، 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 hanging load-bearing walls and its characteristics in residential buildings.

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

المقدمة:

تطور الإنشاء في العمارة للأبنية السكنية عبر العصور المختلفة. وكان نظام الجدران الحاملة هو النظام الإنشائي السائد في أغلب الحضارات القديمة. وقد شكل ذلك النظام قيوداً على البنائين القدامى نظراً لمحدودية إمكانياته وشروطه، بحيث ظهرت أغلب المباني السكنية ببحور محدودة وارتفاعات متوسطة تصل إلى 2-3 طوابق، ولكن العمارة الصناعية التقليدية تفرقت على غيرها من الحضارات آنذاك في الوصول إلى المباني السكنية البرجية والتي تصل إلى 9 طوابق، ليس ذلك فحسب فقد تطور النظام الإنشائي بشكل كبير جداً والذي مكن البنائين التقليديين أيضاً من تعليق الجدران الحاملة في الأبنية السكنية التقليدية بطريقة فريدة ومبتكرة. ولذلك تأتي أهمية هذا البحث للاستفادة منه في المناهج العلمية التي تدرس طرق الإنشاء التقليدي وأيضاً للاستفادة منه عند ترميم وصيانة الأبنية السكنية البرجية.

المشكلة:

لم تحظ الجدران الحاملة المعلقة بالاهتمام من الباحثين والدارسين المهتمين بالعمارة التقليدية بصنعاء القديمة، كونها عناصر نادرة ويصعب ملاحظتها لظهورها بأعداد قليلة على واجهات بعض الأبنية السكنية التقليدية.

الهدف:

دراسة الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية التقليدية بصنعاء وتحليلها بأسلوب علمي ومنهجي، لمعرفة الطرق والأساليب التي استخدمها البنائون 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 وأيضاً للاستفادة منه عند ترميم وصيانة الأبنية السكنية البرجية التي بنيت بنظام الجدران الحاملة المعلقة.

فرضية البحث:

ظهور الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية التقليدية هو استجابة لحل بعض المشاكل الموقعية والنادرة التي واجهت البنائين آنذاك، وذلك كون العمارة التقليدية هي عماره صادقة وليست استعراضية.

هيكل البحث:

يتكون البحث من محورين رئيسيين تسلسلاً لتحقيق هدفه. بحيث خُصص المحور الأول من البحث [الإطار النظري]: للتعريف بالمشكلة البحثية وطرح إطار نظري لها. بينما خُصص المحور الثاني [الدراسة الميدانية]: لدراسة الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية 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 سام بن نوح الذي أشير إلى اسمه (أزار) في سفر التكوين. ويخبرنا علماء اللغات المختصون بمنطقة جنوب الجزيرة العربية بأن اسم صنعاء يعني في الأصل المكان المحصن [1]. وقد تميزت مدينة صنعاء عن غيرها من المدن المؤسسة بطرز محددة أو التي عاشت وتفاعلت مع طرز معمارية متنوعة مثل (روما، دمشق، القاهرة، إسطنبول، باريس، وغيرها)

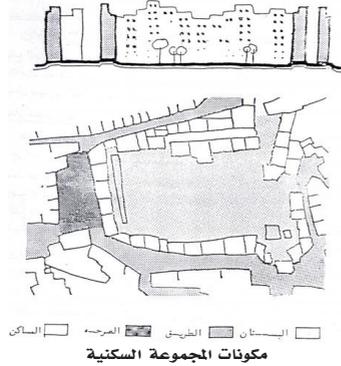
في أنها أسست وأوجدت طرازاً معمارياً تطور عبر عصور امتدت لأكثر من 2000 سنة، وكان ذلك الطراز ولا يزال متميزاً ومتفرداً كونه أحادي الهوية والانتماء المكاني والزمني [2]. ويؤكد الدكتور عبد الرحمن الحداد بأن ذلك الطراز هو طراز فريد ولا يوجد تشابه بينه وبين الحضارات الأخرى مؤيداً ذلك بأراء العديد من المستشرقين من بينهم البرفيسور ليوكوك والسيد سرجنت اللذان كتبا (فن العمارة في المرتفعات الجبلية فريدة ونتاج خاص) [3]. وهو ما أكده باسكال مارشيو بأن هذا النموذج الرائع لعمارة فريدة من نوعها في العالم يبدو لنا بمثابة التعبير عن وحدة الجماعة وارتباطها الوثيق بقيم الإسلام والتراث [1]. ويضيف الدكتور أحمد فخري [4] "أنه لا توجد في مدن الشرق مدينة تشبه صنعاء لتقارنها بها، فهي فريدة في موقعها، وفريدة في طراز بناؤها وفريدة في أسوارها وفريدة في مظهرها الشرقي الخاص". وقد تشكلت المدينة كغيرها من المدن العربية الإسلامية وبعض المدن الأوربية في العصور الوسطى بحيث تبدو وكأنها كائن عضوي ينمو ويمتد في الاتجاهين الأفقي والرأسي ويتدرج من العام إلى الخاص ومن الكل إلى الجزء [5].

النسيج العمراني لمدينة صنعاء القديمة :

تتميز مدينة صنعاء القديمة بنسيجها العمراني الفريد، الذي يتميز 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



شحاتم 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) - الصرحة (الساحة) - الطريق - السايلة (مجرى السيل) - الجامع - الحمام - بئر الماء (المسنى) - المسكن - السوق.

فلكل عنصر من مكونات النسيج العمراني لمدينة صنعاء أهمية خاصة من خلال ارتباطه بعوامل معينة. فقد ازداد الاهتمام بالأسواق لأهميتها الاقتصادية والتجارية وازداد الاهتمام بالمسجد الجامع لأهميته الدينية والسياسية والاجتماعية كما زاد الاهتمام بالقلاع والأسوار لأهميتها الدفاعية والقصور لأغراض وغايات سياسية شخصية ورمزية وإدارية، كذلك زاد الاهتمام بالمدارس لأغراض تعليمية، ولكن المباني السكنية قد تميزت عن بقية الأنماط الوظيفية بتحقيقها 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.

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 اليميني 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]، وتعد النوع السائد والأكثر انتشاراً 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 ارتفاعاً من بيوت المسلمين وذات مظهر متواضع أكثر في التشكيل الخارجي للواجهات. إذ إن هذه البيوت ذات مظهر داخلي في التزيين والزخرفة [11].

المسكن البرجي:

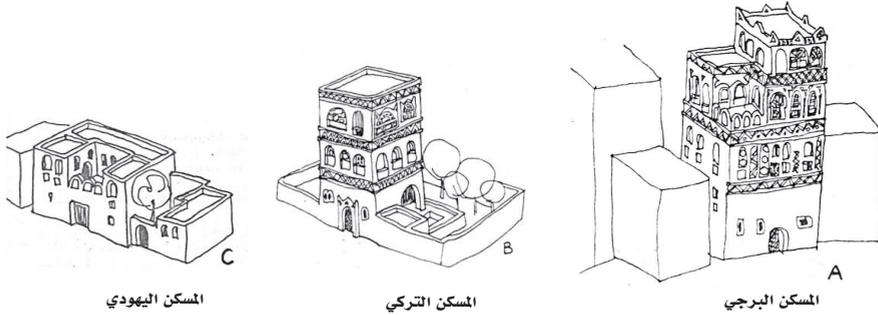
يوجد في المدينة القديمة التي بنيت بامتداد الجنوب الشرقي للقلعة شكل (2)، وتمتاز هذه المنطقة بوجود البستان الذي تلتف حوله مجموعة من المساكن [11]. ويتكون المسكن البرجي في صنعاء من جزأين يحددان بسهولة من الخارج. فهناك الطابق الأرضي المبني بالأحجار، وهو بدون فتحات بصورة شبه عامة، ويضم إسطبلًا ومستودعات وغرفاً علوية لحفظ المواد الغذائية (الحبوب) وتحيط كلها بمدخل الدهليز (فراغ التوزيع)، وما يعلو هذا الطابق مبني بالياجور (الأجر) وعليه زخارف جصية وفتحات عديدة [14]. أما واجهات المساكن البرجية فهي مزخرفة بأشكال هندسية جميلة من الجص ويضعون في نافذاتها العليا ألواحاً 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 اليهودي

المسكن التركي

المسكن البرجي

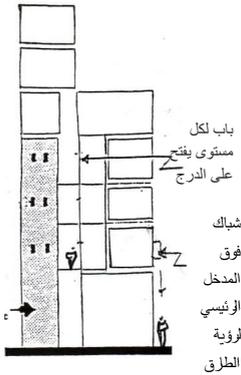
شكل (2)، أنواع المساكن في صنعاء القديمة

(Hirschi and M., p. 42, 43)

ج- المفهوم الاجتماعي.

وستتناول هذه المفاهيم بصورة موجزة:

أ- المفهوم الأمني:



شكل (3): المفهوم الأمني في البيت الوجيه

(Al-Sabahi, Hatim, p. 67).

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].

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).

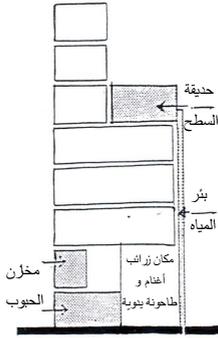
وبذلك يمثل المسكن البرجي وحدة مكتفية ذاتيا بشكل نسبي يؤمن الغذاء لسكانه لفترات قد تصل إلى ثلاثة أشهر عند حدوث الحروب أو الجفاف التي تتعرض لها مدينة صنعاء.

ج- المفهوم الاجتماعي:

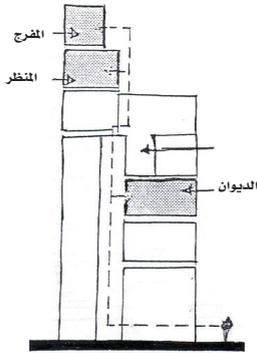
يؤكد هذا المفهوم خصوصية العائلة في نظام توزيع الأماكن وعلاقتها ببعضها، فوظيفة الدرج في المستوى الرأسي، ووظيفة الحجره في المستوى الأفقي تضمن في كل طابق علاقة جيدة بالخارج، وتراتبيا منسجما بين الغرف، وتضمن بصورة خاصة توفير الخصوصية لسكان البيت [14]. كما أن الفراغات الوظيفية المخصصة للاستقبال (الديوان،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

نظام القُطب والجدران الحاملة في المباني السكنية البرجية :

مدينة صنعاء هي التي صاغت الأسس الأولى للعمارة البرجية وأرست معارفها وقيمها المعمارية والإنشائية الأولى وأوجدت المبادئ 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

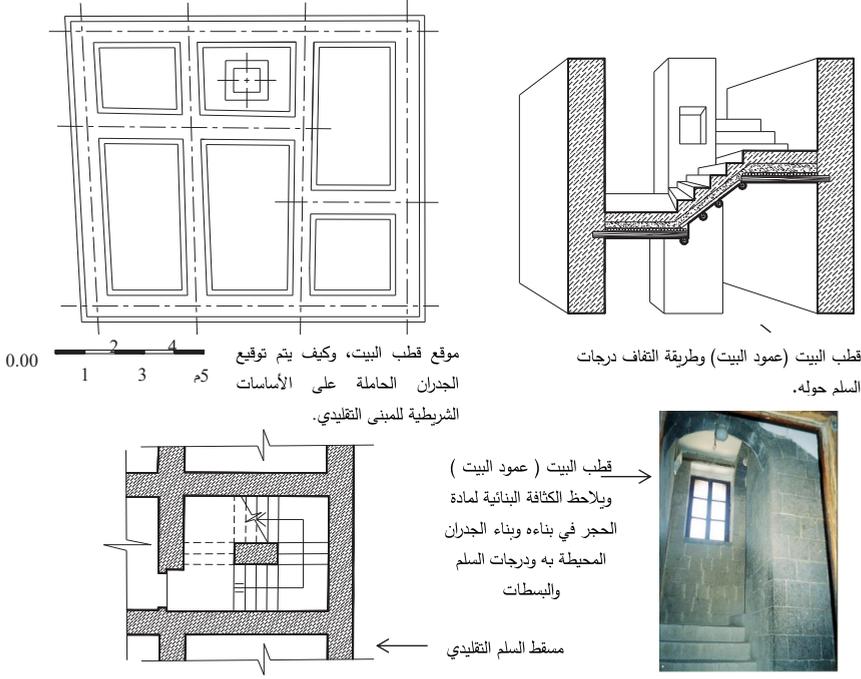


شكل (4): المفهوم الاقتصادي في البيت البرجي
(Al-Sabahi, Hatim, p. 68).

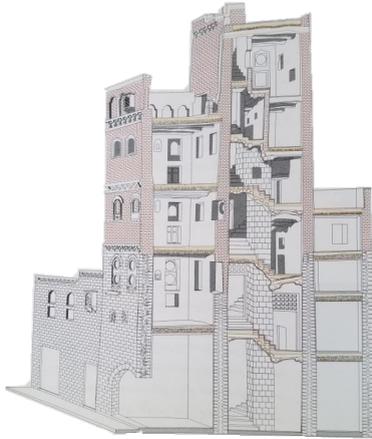


شكل (5): المفهوم الاجتماعي في البيت البرجي
(Al-Sabahi, Hatim, p. 69).

(الزلازل) وغيرها من العوامل المؤثرة على المباني البرجية السكنية. ومن أجل ذلك ابتكر نظام البناء بالنواح (القُطب) [2]. والقُطب هو عبارة عن دعامة مركزية مربعة أو مستطيلة الشكل تبني بالأحجار الصلدة ابتداء من الأساسات وحتى سطح البيت، وتلتف درجات السلم حول هذه الدعامة (القُطب) [17] شكل (6). كونه محور الارتكاز الإنشائي للمباني البرجية في العمارة الصناعية، إذ يعمل كعنصر أساسي في تجميع وتفريغ قوى الأثقال وتخفيفها لحدوث نقل 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 (الجمع) 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 فإنه 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].



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



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

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 4 سم [13]. بحيث يبدأ البناء باستخدام أربع أو ثلاث طويات في مدامك الطابق الثاني ثم يتناقص العدد تدريجياً في الأدوار العليا وصولاً إلى الطابق الأخير الذي يبني بطوية واحدة فقط، وهذه العلاقة العسكية بين زياده سماكة الجدران في الطوابق الوسطى وتناقصها تدريجياً في الطوابق العليا هي لتخفيف كثافة الجدران بسبب تناقص الأحمال كلما أرتفعنا إلى أعلى شكل (7)، أضف إلى ذلك استخدام العلاقة الطردية بين زياده الفتحات وكبر مسطحاتها كلما أرتفع البناء إلى أعلى شكل (8) وذلك لتخفيف كثافة الجدران أيضاً [3]. ويتم استخدام التبن والقش المخلوطين بالطين أو الجص أو النورة مع الأوظار [بقايا كسر أحجار البناء] في عمل المونة التي تربط صفوف مداميك البناء [17].



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

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، طرح 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 تحظ 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 تعطي تصورا واضحا لنظام الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية التقليدية.

نظام الجدران الحاملة المعلقة:

هو نظام إنشائي مبتكر، تضردت به العمارة الصناعية

القديمة على غيرها من العمارات التقليدية القديمة آنذاك. بحيث تمكن البنائون 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.

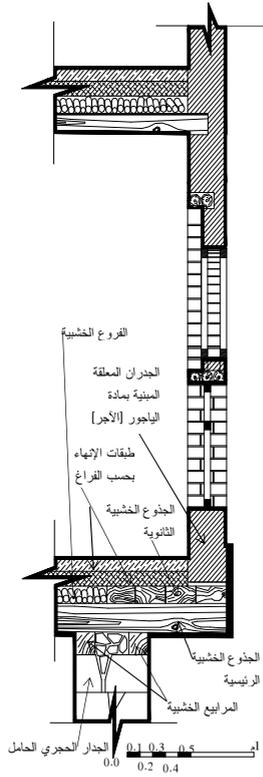
وقد ظهر هذا النظام الإنشائي في بعض الأبنية السكنية التقليدية بسبب صغر المساحة المخصصة للبناء في الطابق الأرضي. لذلك لجأ البنائون لتعليق وإبراز الجدران الحاملة في الطوابق العلوية والمخصصة للسكن بغرض زيادة مساحة الفراغات الوظيفية. كما ظهر هذا النظام الإنشائي أيضا في بعض الحالات الأخرى

وذلك بسبب عدم انتظام شكل المساحة المخصصة للبناء، فعندما يكون أحد أركان الطابق الأرضي بزواوية غير قائمة في بعض الأبنية السكنية التقليدية، فيتم

معالجتها بتعليق الجدران البنائية في الطابق الأول من جهة واحدة فقط - وهي جهة الركن الغير مركن بزواوية قائمة - بالشكل الذي يمكن من الحصول على ركن بزواوية قائمة أو شبه قائمة وذلك للحصول



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



شكل (10)، قطاع يوضح طريقة

عمل الجدران الحاملة المعلقة

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) :

أولاً: يتم البدء بأعمال الحفرات وبناء الأساسات، وبعد ذلك تبنى الجدران الحاملة الحجرية بارتفاع طابق أو طابقين بالأحجار الصلدة والقوية وفقاً لشروط وأساسيات النظام التقليدي المتبع والمذكور آنفاً. وتشكل تلك الجدران الحاملة الحجرية القاعدة الأساسية التي ستعلق عليها الجدران الحاملة المعلقة المنبئية بالباجور (الأجر) بواسطة الجذوع الخشبية الرئيسية.

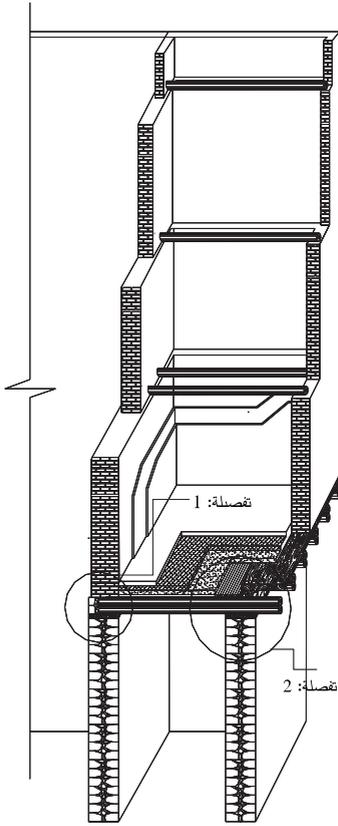
ثانياً: بعد الإنتهاء من بناء الجدران الحاملة الحجرية يتم وضع مرابيع خشبية عليها مباشرة، وعلى طول واجهة البناء، وتشكل تلك المرابيع الخشبية القاعدة التي تستند عليها الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقة المنبئية بمادة الباجور [الأجر] شكل (10). والغرض من وضع المرابيع الخشبية هو لسببين رئيسيين:

- 1- تسوية مداмик 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.

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 والمنبئية بالباجور (الأجر)



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

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

ثالثاً: بعد الإنتهاء من وضع المربيع الخشبية، يتم وضع الجذوع الخشبية الرئيسية عليها مباشرة بشكل متعامد، مع مراعاة 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 مراعاة الشروط الآتية:

- 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 وبالاطوال المناسبة والكافية لتعليق الجدران الحاملة المعلقة بالشكل المطلوب وفقاً للشروط والأساسيات.

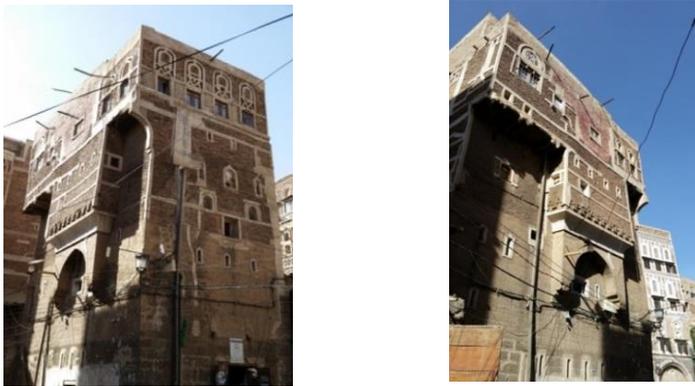
- 3 - تحدد مساحة مقاطع الجذوع الخشبية الرئيسية وأعدادها في كل نقطة ارتكاز نسبة للأوزان والأحمال ونسبة لمسافة بروز الجدران الحاملة المعلقة عن الجدران الحاملة الحجرية الأسفل منها، بحيث توضع الجذوع الخشبية الرئيسية إما بشكل فردي أو زوجي - توضع إما أفقياً أو بشكل رأسي - أو أكثر من ذلك في كل نقطة ارتكاز. مع مراعاة أن يكون قطر الجذوع الخشبية الرئيسية المستخدمة من 25 - 35 سم. وكما أشرنا أنه يمكن استخدام جذوعين رئيسيين في كل نقطة ارتكاز أو أكثر بحسب الأوزان والأحمال وعدد الطوابق المعلقة
- 4 - تحدد المسافة الأفقية لنقاط الارتكاز بين الجذوع الخشبية الرئيسية وفقاً للأوزان والأحمال الناشئة عن الجدران الحاملة المعلقة ووفقاً لعدد الطوابق المعلقة.
- 5 - تخضع مسافة بروز الجدران الحاملة المعلقة عن الجدران الحجرية الأسفل منها، وفقاً للأوزان والأحمال التي عليها ووفقاً لعدد الطوابق العلوية فوقها، مع مراعاة 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 40 - 60 سم، أما عند تعليقها بارتفاع طابقين تكون مسافة البروز 60 - 80 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 الأبر 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 والرطب 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 الأبر 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 فرشاة 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 الجهة الداخلية للجذوع الخشبية الرئيسية - غير المعلقة - فيمكن تغطيتها بشكل متعامد عليها باستخدام فرشاة 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).

خامساً: بعد الانتهاء من وضع الجذوع الخشبية الثانوية وتغطية الجذوع الخشبية الرئيسية بالكامل. يتم البدء ببناء الجدران الحاملة المعلقة باستخدام مادة الياجور (الأجر) فقط كونها خفيفة نسبياً. مع مراعاة بناء الجدران الحاملة المعلقة فوق طبقة الجذوع الخشبية الثانوية مباشرة 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 بسمك 10 سم، وبعدها يتم عمل طبقة من الطين الناعم والجاف بسمك 10 سم. ويتم تنفيذ طبقة الإنهاء الداخلي للجدران المعلقة بحسب الفراغ المستخدم. وبعد ذلك يتم تنفيذ طبقة الإنهاء للأرضيات بحسب الفراغ المستخدم شكل (10) وشكل (12).

سادساً: 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 الملاحة (عبارة عن خليط من الطين والتبن والقش) وتوضع مباشرة على الجذوع الخشبية - الرئيسية والثانوية - المعلقة بحيث تغطيها بشكل كامل، وتترك حتى تجف. بعد التأكد من ثبات طبقة الملاحة وجفافها. يتم وضع الطبقة الثانية عليها مباشرة: وهي طبقة القص (الجبس الأبيض) بحيث تغطي طبقة الملاحة تماماً. وأهمية طبقتي الإنهاء هو لحماية الجذوع والفروع الخشبية من التقلبات الجوية والقوارض والحشرات وكل ما يؤدي إلى تلفها أو إضعافها. وذلك كون الجذوع الخشبية - الرئيسية والثانوية - هي العناصر الحاملة والمعلقة للجدران الحاملة وتلفها أو إضعافها يؤدي إلى انزلاق أو انهيار الواجهة المعلقة.

نتائج الدراسة الميدانية:

خلصت الدراسة الميدانية إلى الخروج بالأساسيات والشروط التي مكنت البنائين التقليديين من تعليق الجدران الحاملة المعلقة في الأبنية السكنية التقليدية والتي لم توفق من قبل. أظهرت الدراسة الميدانية أنه توجد مراحل متسلسلة وضرورية لتنفيذ الجدران الحاملة المعلقة، وتم رصد تلك المراحل وتدوين الأساسيات والشروط الخاصة بها. فبعد الانتهاء من بناء الأساسات والجدران الحجرية في الطوابق السفلى والتي تشكل القاعدة الأساسية لتعليق الجدران الحاملة. يتم البدء بعمل طبقة المربيع الخشبية والغرض منها تسوية مداميك البناء وتوزيع الأوزان والأحمال بشكل متساوي على الجدران الحجرية الأسفل منها وكذلك تشتيت الحمل المركز الناتج من الجذوع الخشبية - الحاملة للجدران المعلقة - عند ارتكازها على المربيع الخشبية، وبعد ذلك يتم وضع الجذوع الخشبية الرئيسية مباشرة وبشكل متعامد على المربيع الخشبية، مع مراعاة عمل البروز المطلوب لتلك الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقة، 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 أن لا تقل المسافة المزروعة عن نصف عرض الجدار أو ثلثيه. والسبب في ذلك هو تثبيت الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقة بالشكل المطلوب ومنع انزلاقها جهة الشارع نتيجة عزم الدوران. والجذوع الخشبية الرئيسية يجب أن تكون من الأخشاب المتينة والقاسية مثل خشب العلب والسدر والطلع والقرظ، ويجب أن تكون تلك الجذوع مستقيمة إلى حد ما وبالأطوال والأقطار المناسبة 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 وعدد 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 طابقيين تكون المسافة من 40 - 60 سم، وعند تعليق طابق واحد تكون المسافة من 60 - 80 سم. وهناك حالة فريدة وهي في بيت العروسي بحاراً الفليحي تم تعليق الطابق الرابع وهو الطابق الأخير مسافة 1 م وقد أجزيت لذلك معالجات خاصة.

بعد الانتهاء من تثبيت الجذوع الخشبية الرئيسية وفقاً للشروط والأساسيات الواجبة يتم البدء بعمل فرشاة من الجذوع الخشبية الثانوية متوسطة الحجم بأقطار من 15-18 سم، وبعد تربيعها يتم وضعها جنباً إلى جنب وبشكل متعامد على الجذوع الخشبية الرئيسية خصوصاً 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 أيباجور (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 زياده 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 الملاحة (عبارة عن خليط من الطين والتبن والقش) وبعدها يتم وضع الطبقة الثانية؛ وهي طبقة القص (الجبس الأبيض) بحيث تغطي طبقة الملاحة تماماً. وأهمية طبقتي الإنهاء تلك هو لحماية الجذوع الخشبية - الرئيسية والثانوية - البارزة والمعلقة من التقلبات الجوية والقوارض والحشرات وكل ما يؤدي إلى تلفها أو 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 المربيع الخشبية التي توضع تحت الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقة. مما أدى إلى ظهور شروخ في الجدران الحجرية تحت الجذوع الخشبية الرئيسية مباشرة نتيجة تركيز حمل الجدران الحاملة المعلقة - المبنية بالياجور (الآجر) - وعدم تشتيتها بواسطة طبقة المربيع الخشبية.

الاستنتاجات:

تطور النظام الإنشائي في العمارة التقليدية بصنعاء بشكل كبير. بحيث تمكن البنائون التقليديون عبر سلسلة من التجارب الموقعية إلى الوصول للمباني السكنية البرجية التي قد تصل إلى 9 طوابق أحياناً. ليس ذلك فحسب فقد تطور النظام الإنشائي بحيث تم تعليق الجدران الحاملة المعلقة بطريقة فريدة ومبتكرة. وذلك يُعد تحدي إنشائي كبير فعلية تعليق جدران بنائية حاملة للأوزان والأنتقال 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 الصناعية القديمة على غيرها من العمارات التقليدية القديمة آنذاك. بحيث تمكن البنائون التقليديون من تعليق الجدران البنائية الحاملة بعناصرها التشكيلية في الأدوار العليا وإبرازها عن الجدران البنائية الحاملة الأسفل منها بطريقة مبتكرة. خصوصاً والجدران كلها هي جدران حاملة للأوزان والأحمال الحية والميتة.

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

أظهرت الدراسة تقدم الجانب الإنشائي في العمارة التقليدية بصنعاء آنذاك، والذي مكن البنائين التقليديين في الأدوار العليا من تعليق الجدران الهيكلية الحاملة (المبنية بمادة الأجر) 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 بفرض زيادة مساحة الفراغات الوظيفية. كما ظهر هذا النظام الإنشائي أيضاً عندما يكون أحد أركان الطابق الأرضي بزوايا غير قائمة في بعض الأبنية السكنية التقليدية، فيتم معالجتها بتعليق الجدران البنائية في الطابق الأول من جهة واحد فقط - وهي جهة الركن غير المركن بزوايا قائمة - بالشكل الذي يُمكن من الحصول على ركن بزوايا 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 يحد 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 عماره صادقة بكل المقاييس وليست عماره استعراضية.

أظهرت الدراسة بأن الحلول النادرة التي ابتكرها البناؤون لتنفيذ الجدران الحاملة المعلقة جاءت استجابة لحل بعض المشاكل الموقعية والنادرة. والتي تتم عبر مراحل ضرورية وفقاً للأساسيات والشروط الواجبة للتنفيذ. حيث تم استخدام طبقة المربيع الخشبية تحت الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقة، وذلك لتسوية وتوزيع أحمال الجدران المعلقة على الجدران الحجرية، ولتثبيت 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 أيضاً. 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 تثبيت الجذوع الخشبية الرئيسية الحاملة للجدران المعلقة بالشكل المطلوب ومنع انزلاقها جهة الشارع نتيجة عزم الدوران. وبعد ذلك يتم البدء بعمل فرشاة من الجذوع الخشبية متوسطة الحجم وبعد تربيعتها، يتم وضعها جنباً إلى جنب وبشكل متعامد على الجذوع الخشبية الرئيسية خصوصاً 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 (الأجر) فقط كونها خفيفة نسيباً. 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 - البارز والمعلقة جهة الشارع. بحيث يتم عمل الطبقة الأولى عليها مباشرة؛ وهي طبقة الملاحة (عبارة عن خليط من الطين والتبن والقش) وبعدها يتم وضع الطبقة الثانية؛ وهي طبقة القص (الجبس الأبيض) بحيث تغطي طبقة الملاحة تماماً. وأهمية طبقتي الإنهاء تلك هو لحماية الجذوع الخشبية من التقلبات الجوية والقوارض والحشرات وكل ما يؤدي إلى تلفها أو 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 تهدد سلامة تلك الأبنية.

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

التوصيات:

- توصي الدراسة بعمل دراسات وأبحاث خاصة بالنظام الإنشائي المتخصص الذي ظهر في السماسر (مكان إيواء المسافرين) بمدينة صنعا 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، صنعا 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 يحيى الحداد، صنعا القديمة (المضامين التاريخية والحضارية)، مؤسسة العفيف الثقافية، الطبعة الأولى، صنعا، 1992م.
- [4] أحمد فخري، اليمن ماضيها وحاضرها، المكتبة اليمنية للنشر والتوزيع، صنعا، الطبعة الثانية، 1988م.
- [5] نمير هيكل، جوانب من القيم التشكيلية لفن العمارة الصناعية، مجلة دراسات يمنية، مركز الدراسات والبحوث اليمني، صنعا، العدد 35، يناير - مارس، 205 - 245، 1989م.
- [6] عبد الرحمن محمد الحداد، بساتين صنعا التاريخية... وفاعل الخير - إصدار جريدة الثورة، العدد 14488، الاثنين 12 يوليو، الملحق الثقافي، 2004م.
- [7] حاتم الصباحي، المجموعة السكنية والمسكن بمدينة صنعا 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 بصنعا القديمة، مجلة دراسات يمنية، مركز الدراسات والبحوث اليمني، صنعا، 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*, [11] 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 [13] 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.*