

دراسة هندسية توثيقية لعمارة عقود العصر الأيوبي في مدينة حلب (نماذج مختارة/ المدرسة الظاهرية - مدرسة الفردوس)

دانيا شاهين*، مها الشعار**، عمار كعدان***

* طالبة دراسات عليا (ماجستير)، قسم تاريخ العلوم التطبيقية، معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب

** أستاذ مساعد، تاريخ العلوم التطبيقية، معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب

*** أستاذ، قسم الهندسة الإنشائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة حلب

الملخص

تشتهر المباني الأثرية في مدينة حلب القديمة بالعقود الحجرية، والعقد عنصر معماري إنشائي متميز في الأبنية الحجرية لما له من تأثيرات فعالة على البناء من النواحي الجمالية والإنشائية، لكن لم يحظ بدراسة هندسية وافية رغم أهميته لذا قمنا بتوثيق عقود عدة تعود للعصر الأيوبي، ودراسة خصائصها الهندسية، وأسلوب تصميمها بغية التعرف على التطور الهندسي الذي حصل عليها خلال الفترة الأيوبية. وتمت المقارنة بين عقود مختارة (تتشابه في موقعها وشكلها) تعود لمدرستين تم بناؤهما خلال فترة زمنية قصيرة بعد توثيقها باعتماد برامج حاسوبية هندسية حديثة، وقد توصلنا إلى نتائج عدة: أهمها توضيح التطور المعماري والإنشائي الذي طرأ على عمارة عقود تلك الفترة، واستمرار دراسة وتنفيذ العقود الحجرية في الفترة الأيوبية.

الكلمات المفتاحية: العقود، العصر الأيوبي، المدرسة الظاهرية، مدرسة الفردوس.

A Documentary and Engineering Study of the Architecture of Ayyubid Arches in the City of Aleppo (Al-Zahirie School and Al- Fardous School as Selected Models)

Dania Chahin*, Maha Al-Shaar, Ammar Kaadan*****

* Postgraduate Student (MA), Dept. of History of Applied Sciences, Arab Scientific Heritage Institute, University of Aleppo

**Assistant Prof., Dept. of History of Applied Sciences, Arab Scientific Heritage Institute, University of Aleppo

***Prof., Dept. of Structures, Faculty of Civil Engineering, University of Aleppo

Abstract

The ancient buildings in the old City of Aleppo are famous for their stone arches, which are famous for their architectural and structural uses. Unfortunately, they did not receive suitable engineering studies despite their importance. Therefore, we documented several arches dating back to the Ayyubid Era, and studied their engineering characteristics and design style in order to identify the engineering development that occurred during the Ayyubid dynasty.

A comparison was made between selected arches (similar in their location and shape) belonging to two schools that were built within a short period, after being documented using modern engineering computer programs. We reached several results, the most important of which is to clarify the architectural and structural development that occurred in the Ayyubid Era, and to continue studying the stone arches in the Ayyubid Period.

Keywords: Arches, Ayyubid Era, Al-ZAHIRIE School, and Al- FARDOUS School.

Received 11/ 10 /2021

Accepted 21/ 11 /2021

أولاً: المقدمة:

تميزت المباني الأيوبية في مدينة حلب بالقوة والصلابة إذ استخدم معماريو تلك الفترة الأحجار الكبيرة الضخمة خاصة في الواجهات والمداخل، ومن أبرز سمات الطراز الأيوبي في العمارة سيادة طابع النقش وعدم الإسراف في الزخرفة بسبب حالة الجهاد الدائمة التي كانت تعيشها البلاد، وقد سادت عمارة العقود الحجرية في تلك الفترة، واتسمت بالضخامة والارتفاع لتعطي انطباعاً بالعظمة عند مشاهدتها، ورغم أهمية العقود معمارياً وإنشائياً إلا أنها لم تحظ بالاهتمام الكافي لدراستها من قبل الباحثين، ربما لقلة المراجع التي تتحدث عن عمارة العقود في مدينة حلب، ولصعوبة دراستها ميدانياً وأخذ القياسات يدوياً.

1- هدف البحث:

تقديم دراسة هندسية توثيقية لنماذج مختارة من العقود في المدرسة الظاهرية ومدرسة الفردوس في العهد الأيوبي للتوصل إلى الطراز المميز للعقود الأيوبية في مدينة حلب.

2- أهمية البحث:

المقارنة بين العقود المبنية في المدرسة الظاهرية ومدرسة الفردوس الأيوبيتين وتوثيقهما للحصول على النسب المتبعة في بناء العقود في تلك الفترة للوصول إلى وصف متكامل لهما مما يسمح لنا بمعرفة الميزات المعمارية للعقود الأيوبية في حلب.

3- منهج البحث:

اعتمدنا على منهج البحث التاريخي الاستردادي الذي يعتمد على جمع المعلومات الواردة عن العقود في المصادر والمراجع وكتب الرحالة، وتحليله هندسياً، بالإضافة إلى دراسة ميدانية للعناصر المدروسة لتحليل المعلومات وفق منظور هندسي، ومن ثم تقديم الاستنتاجات.

ثانياً: الأبنية الدينية الأيوبية في حلب:

بدأ العهد الأيوبي في مدينة حلب خلال - العصر العباسي الثالث- بعد أن تم التنازل عنها لصالح الدين الأيوبي سنة (579هـ / 1183م)، فتركها لابنه الظاهر

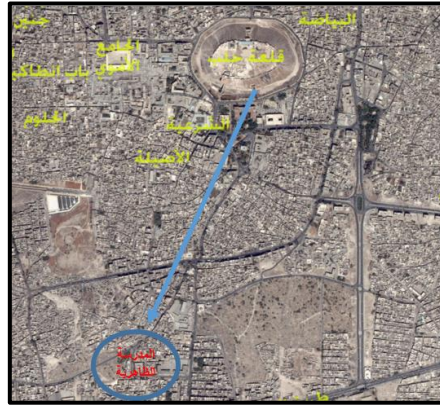
غازي (تسلم الحكم 581-613هـ/ 1186-1216م)، فازدهرت المدينة في أيامه ازدهاراً شمل جميع مناحي الحياة الاقتصادية والفكرية والاجتماعية والعمرانية، لكونها مركزاً لحكمه، وقد تابع الظاهر غازي وأولاده سياسة الزنكيين في تشجيع العلم وبناء المدارس، كما تابعت المساجد دورها في نشر العلم¹.

ومن خلال الجولات الميدانية واستكشاف الوضع الحالي للمدارس والمساجد في حلب القديمة، تم اختيار **المدرسة الظاهرية ومدرسة الفردوس** اللتان بنيتا في العصر الأيوبي، وبقيتا في وضع إنشائي جيد حتى عصرنا الحالي، لدراسة نماذج من العقود الحجرية المبنية في ذلك العصر تاريخياً ومعمارياً.

1- المدرسة الظاهرية:

1-1- الموقع:

تقع المدرسة الظاهرية بين المدرسة الكاملية وجامع ومدرسة الفردوس، وتبعد حوالي 500م إلى الجنوب من باب المقام، وهي المثال الأكثر غنى لفن العمارة الأيوبية أيام الظاهر غازي² كما في الصورة (1).



الصورة (1): صورة جوية تبين مكان المدرسة بالنسبة لقلعة حلب³ (بتصرف الباحثة)

2-1- الباني وتاريخ البناء:

¹ - الجاسر لمياء، 2000م- مدارس حلب الأثرية. ط1، دار رضوان، حلب، ص ص154-155.

² - حجار عيد الله، 2010م- معالم حلب الأثرية، حلب، حقوق النشر محفوظة للمؤلف، طبعة ثالثة، ص 202.

³ - صورة جوية من موقع Google Earth، ضمن الرابط، <https://cutt.us/JBlyu>.

أنشأها السلطان الظاهر غازي، وانتهى بناؤها سنة (616هـ/1219م) بعد وفاة الظاهر غازي بثلاث سنوات¹. وأنشأ إلى جانبها تربة ليُدفن فيها من يموت من الملوك والأمراء. صمدت المدرسة أمام عوادي الزمان إلى أن تداعت أوائل هذا القرن²، فتم ترميمها وهي بحالة جيدة بعد كل الأزمات التي شهدتها.

1-3- الوصف المعماري: الشكل (1)

1-3-1- الجناح الشمالي للمدرسة: يتم الدخول إلى المدرسة الظاهرية من مدخل موجود في الجزء الشمالي من المدرسة، ينتهي في أعلاه بمقرنصات عريضة وجزء من قبة، ويوجد على طرفي المدخل قاعتي تدريس وموضاً في الزاوية الشمالية الغربية من الطرف الشمالي، وأمام غرف المدخل رواق بثلاث فتحات محمول على أعمدة وعقود.

1-3-2- الجناح الجنوبي للمدرسة: يتقدم القبليّة رواق له ثلاث قباب، وفي وسط القبليّة محراب جميل.

وقد امتازت أعمدة الرواقين الشمالي والجنوبي بتيجان رومانية الطراز، ولا زالت بقايا قطع الخشب المقاومة لتأثير الزلازل ظاهرة فيها.

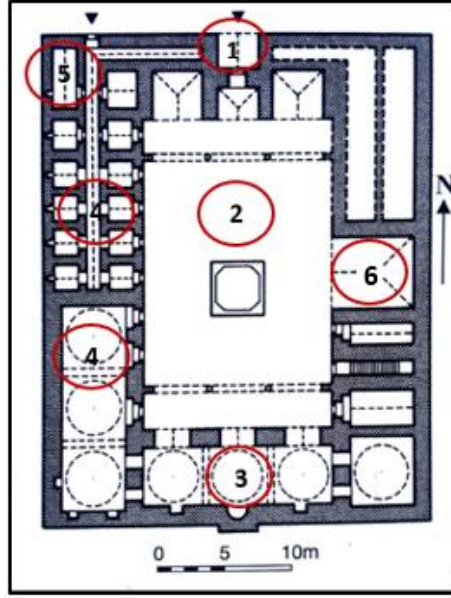
1-3-3- الجناح الشرقي للمدرسة: في وسطه إيوان عال ذو عقد مدبب، تم إغلاقه وتحويله حالياً إلى قاعة تدريسية في المنسوب الأرضي، أما المنسوب العلوي فتحول لمكتبة، جنوب الواجهة الشرقية يوجد قاعتان تدريسيّتان ودورة مياه، وإلى شمال الواجهة الشرقية يوجد ثلاث قاعات تدريسية، جميع الأبواب الموجودة في الواجهة الشرقية يتم الدخول لها من بباب يعلوه عقد مجزوء.

1-3-4- الجناح الغربي للمدرسة: يتألف قسمه الجنوبي من ثلاث غرف مقببة امتازت بمقرنصات زواياها، بينما قام طابقان في قسمه الشمالي، توزعت في الطابق العلوي /10/ غرف لطلاب العلم على طرفي ممر وسط الغرف، وفي الطابق السفلي /5/ قاعات تدريسية.

¹ - حجار، معالم حلب الأثرية، المرجع السابق، ص 202.

² - الجاسر، مدارس حلب الأثرية، المرجع السابق، ص 180.

1-3-5- باحة المدرسة: يوجد في وسطها حوضاً مربعاً بزوايا مفصصة.



الشكل (1): مسقط الطابق الأرضي للمدرسة الظاهرية البرانية 1 (بتصرف الباحثة)

دليل الأرقام: 1- المدخل 2- الفسحة السماوية 3- القبليّة 4- قاعات تدريسية 5- الموضأ 6- الإيوان

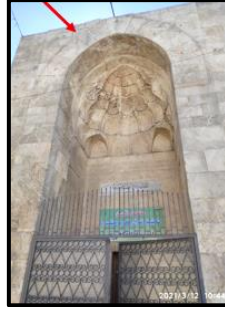
1-4- أماكن تواجد العقود في المدرسة²:

تمتاز واجهة المدرسة الخارجية بوجود نصف قبة مدببة (قوس مدبب)، مسنودة على مقرنصات تنتهي بجذع عريض في الأسفل كما في الصورة (2). عند الدخول إلى المدرسة نجد في الرواقين الشمالي والجنوبي عقوداً مدببة ثلاثية رشيقة بشكل متناظر، مطلة على الفسحة السماوية كما في الصورة (3) و (4)، وخلف العقود الرشيقة في كلا الطرفين يوجد ثلاث عقود مدببة هي فتحات الأبواب للغرف والقبليّة كما في الصورة (5)، (6)، بالإضافة إلى وجود العقود المجزوءة فوق فتحات أبواب الغرف الغربية والشرقية كما في الصورة (7).

¹ - حجار، معالم حلب الأثرية، المرجع السابق، ص 203.

² - ملاحظة: كل ما ورد من وصف للعقود في الجامع هو من عمل الباحثة نتيجة الجولات الميدانية إلا إذا ورد خلاف ذلك.

ونلاحظ في الإيوان الموجود في الطرف الشرقي المطل على الفسحة السماوية، أن فتحته هي عبارة عن عقد مدبب أسفله باب خشبي كما في الصورة (8).



الصورة (2): القوس المدبب في مدخل المدرسة الظاهرية¹



الصورة (4): العقود الثلاثية الرشيقة المطلة على الفسحة السماوية في الجهة الجنوبية³

الصورة (3): العقود الثلاثية الرشيقة المطلة على الفسحة السماوية في الجهة الشمالية²



الصورة (5): العقود المدببة فوق أبواب الدخول في الواجهة الجنوبية القبليّة⁴

¹ - عدسة الباحثة 2021/3/12.

² - عدسة الباحثة 2021/3/12.

³ - عدسة الباحثة 2021/3/12.

⁴ - عدسة الباحثة 2021/3/12.



الصورة (6): العقود المدببة فوق أبواب الدخول في الواجهة الشمالية¹



الصورة (7): تبين العقود المجزوءة فوق الأبواب في الصورة (8): تبين العقد المدبب للإيوان في الواجهة الغربية²
الواجهة الشرقية³

1-5- الوصف المعماري للعقد المدبب من المدرسة الظاهرية:

وجدنا نتيجة الزيارة الميدانية للمدرسة أن هناك:

- /6/ عقود مدببة رشيقة مسنودة على أعمدة الأروقة في الجناح الجنوبي والشمالي، وعقد مدبب في فتحة الإيوان.

- /6/ عقود مدببة هي فتحات الأبواب الدخول إلى القبلة في الواجهة الجنوبية، وأبواب الدخول في الواجهة الشمالية.

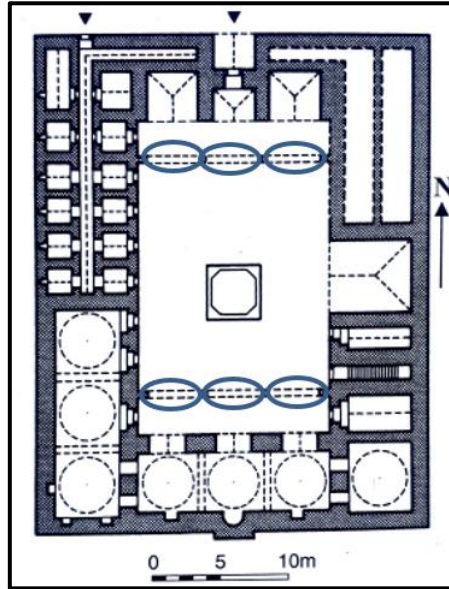
- /14/ عقد مجزوء فوق فتحات أبواب الدخول للغرف الغربية والشرقية.

¹ - عدسة الباحثة 2021/3/12.

² - عدسة الباحثة 2021/3/12.

³ - عدسة الباحثة 2021/3/12.

تم اختيار نموذج العقد المدبب الرشيقي المسنود على أعمدة الرواق لدراسته، كما هو محدد بـ أماكن تواجده على الشكل (2)، لوصفه معمارياً وتوثيقه بمعرفة أبعاده وقياساته الصحيحة، لكي يتم مقارنته مع العقد المدبب الرشيقي في مدرسة الفردوس، ويجدر بنا أن نذكر أن الصورة المصححة التي سيتم استخراج الأبعاد الحقيقية للعقود منها تحتاج إلى إنارة كافية، وهذا الشرط يتوافر في العقود المطلة على الفسحة السماوية ذات الإنارة الجيدة.



الشكل (2): يبين مكان العقود التي تم اختيارها للدراسة¹ (بتصرف الباحثة)

قمنا بدراسة العقود الثلاثية الرشيقة الموجودة في الجهة الشمالية للمدرسة الظاهرية، وللحصول على الأبعاد اللازمة للأقواس الحجرية، ولعدم التمكن من أخذ القياسات المطلوبة لضخامة هذه الأقواس وارتفاعاتها العالية، تم استخدام الرصد المساحي باستخدام جهاز المحطة الشاملة (TOTAL STATION) من أجل رصد النقاط المطلوبة لتوثيق الواجهة وفق ما يلي:

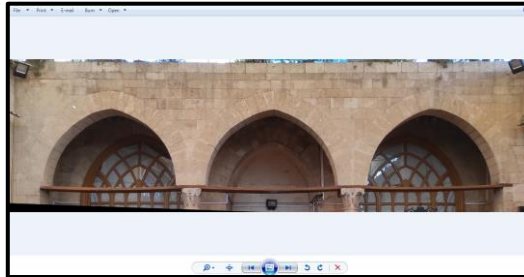
- تم تعيين عدة نقاط عشوائية على الواجهة المطلوب توثيقها.

¹ - حجار، معالم حلب الأثرية، المرجع السابق، ص 203.

- تم تثبيت الجهاز في منطقة تمكنا من رصد كل النقاط التي تم زرعها كما في الصورة (9).
- بعد الحصول على النقاط المطلوبة، قمنا بإدخالها إلى برنامج MATLAB والحصول على صورة مصححة كما في الصورة (10)، حيث يمكن إدخالها إلى برنامج الأوتوكاد والحصول على الأبعاد الحقيقية للعقد، علماً أنه تم التأكد من هذه الأبعاد على أرض الواقع.
- بعد إدخال الصورة إلى برنامج الأوتوكاد استطعنا توثيق العقود والحصول على الأبعاد اللازمة.

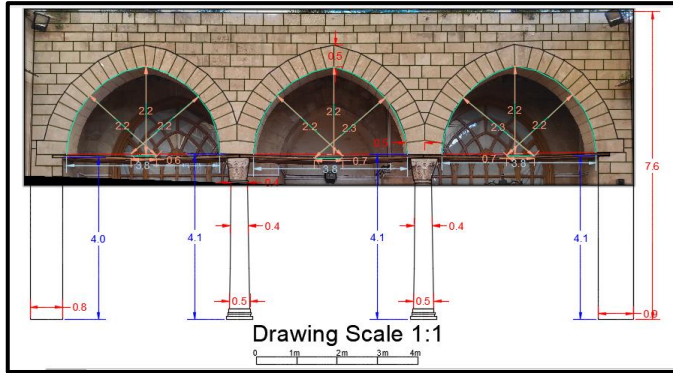


الصورة (9): مكان تمرکز الجهاز المساحي لرصد النقاط 1



الصورة (10): الصورة المصححة التي تم استخراجها من برنامج MATLAB

¹-عدسة الباحثة 2021/3/12.



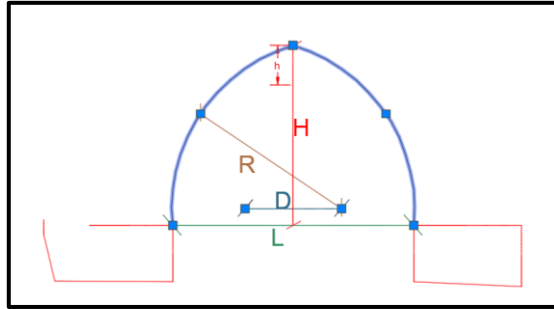
الشكل (3): يبين الأبعاد اللازمة التي تم الحصول عليها من خلال عملية التوثيق بمقياس 21/1

* دليل الرموز، نموذج العقد (المديب): الشكل (4).

(L): هو مجاز العقد، عرض الفتحة. (R): نصف قطر العقد. (E): عمق القوس.

(H): ارتفاع العقد. (D): التباعد بين مراكز الأقواس في حال عدم انطباقها.

(h): الفرق بين الارتفاع ونصف قطر العقد.



الشكل (4): توضيح للرموز في العقد³

فيما يلي الأبعاد التي استطعنا الحصول عليها من الشكل (3) الذي حصلنا

عليه من برنامج الأوتوكاد:

عرض فتحة العقد (L) = 380 سم

ارتفاع العقد (H) = 220 سم

نصف قطر العقد (R) = 220 سم

¹ - عمل الباحثة.

² - عمل الباحثة.

³ - عمل الباحثة.

عمق العقد الحجري (E) = 52 سم

التباعد بين مركزي العقود (D) = 70 سم

$$1 = \frac{220}{220} = \frac{H}{R}$$

الفرق بين الارتفاع ونصف قطر العقد (h) = (R) - (H) = 220 - 220 = 0

ارتفاع الحجر الواحد من أحجار العقد الحجري = 50 سم.

2- مدرسة الفردوس:

1- الموقع:

تقع جنوب غربي المدرسة الظاهرية وعلى بعد حوالي 300 م منها، الصورة (11) تبين موقع مدرسة الفردوس عن قلعة حلب والمدرسة الظاهرية، إذ تبعد المدرسة عن قلعة حلب بحدود 1425 م وتم حسابها من موقع Google Earth¹.

2- الباني وتاريخ البناء:

تسمى المدرسة بعمارة ضيفة خاتون بنت الملك العادل سيف الدين أبي بكر محمد زوجة الملك الظاهر غازي بن صلاح الدين يوسف بن أيوب والددة الملك العزيز بن الملك الظاهر بنتها جامعاً ومدرسة وتربة ورباطاً سنة 633هـ / 1237م².
تحدث الغزي عن جمال المدرسة والجامع كونها مقصد لكل الزائرين قائلاً: "وجامعها حافل عظيم متقن البناء واسع الأرجاء، معدود في حلب من الآثار القديمة العظيمة يقصده السواح لما اشتمل عليه من عظمة البناء وضخامة الحجارة والأعمدة وبداعة الطراز"³.

¹ - موقع Google Earth، ضمن الرابط، <https://cutt.us/Xvt2J>.

² - الغزي كامل، 1342هـ- نهر الذهب في تاريخ حلب. المطبعة المارونية. ج 2، ص 289.

³ - الغزي، نهر الذهب في تاريخ حلب، ج 2، المرجع السابق، ص 289.



الصورة (11): تبين رصد جوي لموقع مدرسة الفردوس عن قلعة حلب والمدرسة الظاهرية 1 (بتصرف الباحثة)

3-2- الوصف المعماري: الشكل (5)

3-2-1- المدخل: يقع في الجهة الشرقية، يتم الدخول إلى المدرسة عبر باب خشبي قديم، يوجد على جانبيه مصطبتين حجريتين، ويعلو الباب الحجري مدمك منقوش عليه كتابة حجرية. ثم تعلوها مقرنصات تتحول في الجزء العلوي إلى قطاع كروي حيث يبدو المدخل عبرها قوساً مدبباً فوق قوسين صغيرين. كما في الصورة (12)، يؤدي المدخل إلى ممر طويل ينتهي من الجهة اليسرى إلى صحن الجامع².

3-2-2- صحن الجامع: مستطيل الشكل أبعاده (15×11) م، يتوسط الجامع، وتستمد معظم الأقسام الإنارة والتهوية منه، مبلط بتباليط حجرية تتوسطه بركة غاية في الروعة والجمال. يحيط بالصحن ثلاثة أروقة:

رواق جنوبي يتقدم القبلية، ورواقان شرقي وغربي يتقدمان الحجازيتان الشرقية والغربية. والأروقة محمولة على عقود مدببة محمولة على أعمدة دائرية ذات تيجان مقرنصة وقواعد دائرية أو مضلعة³، هذه التيجان تحمل العقود بقاعدة رباعية

¹ - صورة جوية من موقع Google Earth، ضمن الرابط، <https://cutt.us/Xvt2J>.

² - سماني، وسيلة، التحليل الإنشائي للمباني الحجرية في مدينة حلب، رسالة ماجستير، معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب، 2015م، ص 78.

³ - سماني، التحليل الإنشائي للمباني الحجرية في مدينة حلب، المرجع السابق، ص 78.

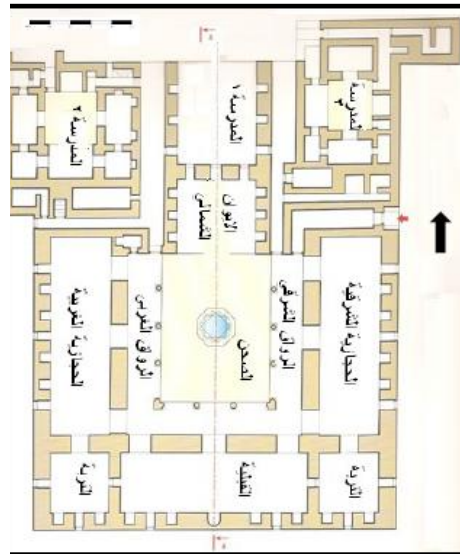
مضلعة كما في الصورة (13)، وفي وسط الباحة بركة ماء مثمنة أيوبية الطراز قام إلى شمالها الإيوان بأبعاد (8.72×9.55 م)¹، كما في الصورة (14).

2-4- أماكن تواجد العقود في المدرسة²:

تمتاز واجهة المدرسة الخارجية بوجود نصف قبة دائرية (عقد نصف دائري)، مسنودة على 5/ صفوف من المقرنصات تنتهي بجذع عريض في الأسفل كما في الصورة (15). يتم الدخول إلى المدرسة عبر رواق منكسر ضيق وطويل، ينتهي إلى فسحة سماوية بديعة الجمال، يحيط بها عقود مدببة رشيقة الجهة الشرقية والغربية.



الصورة (12): تبين مدخل جامع ومدرسة
الفردوس 4



الشكل (5): مسقط جامع ومدرسة الفردوس 3

¹- حجار، معالم حلب الأثرية، المرجع السابق، ص 205.

2 - **ملاحظة:** كل ما ورد من وصف للعقود في الجامع هو من عمل الباحثة نتيجة الجولات الميدانية ما لم يرد خلاف ذلك.

³- سماني، التحليل الإنشائي للمباني الحجرية في مدينة حلب، المرجع السابق، ص 83.

⁴-عدسة الباحثة 2021/2/26.



الصورة (14): تبين الإيوان الواقع في الجهة الشمالية داخل المدرسة 2



الصورة (13): تبين تاج العمود واستناد العقد الحجري 1

والجنوبية كما في الصور (16)، (17)، (18)، وإيوان كبير ذو عقد مدبب في الواجهة الشمالية كما في الصورة (19)، بالإضافة إلى وجود العقود المجزوءة فوق فتحات الأبواب والنوافذ كما في الصورة (20)، وخلف العقود الرشيقة المدببة يوجد أروقة، كل رواق فيه ثلاث أبواب، هذه الأبواب عالية الارتفاع ذات عقد مدبب، كما في الصورة (21)، ويوجد عقود مدببة أيضا أسفل القباب كما في الصورة (22).



الصورة (16): العقود الأربعة المدببة الرشيقة في الواجهة الشرقية 4



الصورة (15): نصف قبة (عقد نصف دائري) لمدخل مدرسة الفردوس 3

¹ - عدسة الباحثة 2021/5/22.

² - عدسة الباحثة 2021/5/22.

³ - عدسة الباحثة 2021/5/26.

⁴ - عدسة الباحثة 2021/5/21.



الصورة (17): العقود الثلاثة المدببة الرشيقة في الواجهة الجنوبية 1



الصورة (19): العقد المدبب الذي يعلو إيوان في
الواجهة الشمالية 3



الصورة (18): العقود المدببة الرشيقة في الواجهة
الغربية 2



الصورة (21): العقود المدببة التي تعلو فتحات
الأبواب خلف الرواق الغربي 5



الصورة (20): العقد المجزوء فوق الفتحات في
المدرسة 4

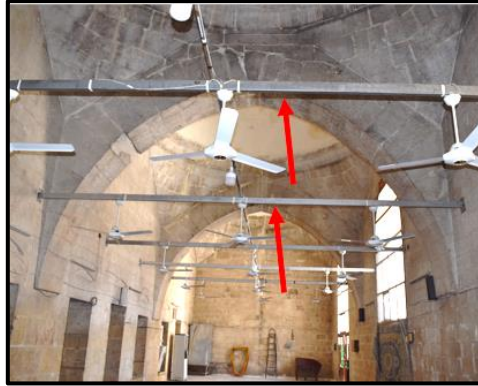
¹ - عدسة الباحثة 2021/5/26.

² - عدسة الباحثة 2021/5/26.

³ - عدسة الباحثة 2021/5/26.

⁴ - عدسة الباحثة 2021/5/26.

⁵ - عدسة الباحثة 2021/5/26.



الصورة (22) العقود المدببة أسفل القباب في الجزء الغربي من المدرسة¹

2-5- الوصف المعماري للعقد المدرس في مدرسة الفردوس:

وجدنا نتيجة الزيارة الميدانية للمدرسة أن هناك:

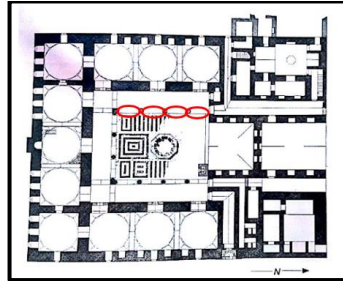
- /15/ عقد مدبب رشيق مسنود على أعمدة الأروقة الشرقية والغربية والجنوبية. وعقد مدبب في فتحة الإيوان.

- /9/ عقود مدببة هي فتحات الأبواب الدخول إلى القبليّة في الواجهة الجنوبية، وأبواب الدخول في الواجهة الشمالية، وأبواب الدخول في الواجهة الشرقية.

- /6/ عقود مدببة أسفل القباب الموجودة في قاعات التدريس الشرقية والغربية والقبليّة.

- /38/ عقد مجزوء فوق فتحات أبواب الدخول للغرف الغربية والشرقية.

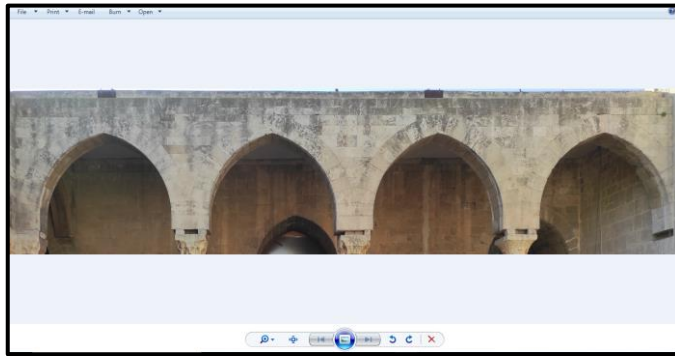
تم اختيار نموذج من العقود المدببة الرشيقة للدراسة، المحدد أماكن تواجدها على المسقط الشكل (6) للمقارنة مع عقود المدرسة الظاهرية.



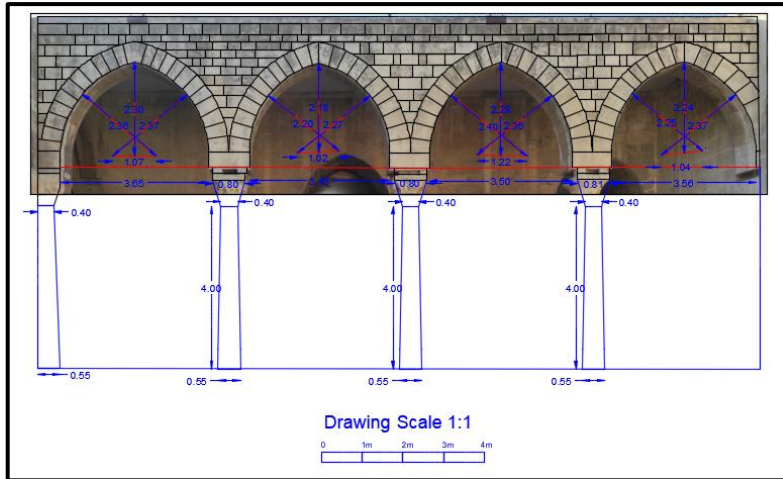
الشكل (6): العقود المدببة الرشيقة التي تم اختيارها لدراستها¹

¹ - عدسة الباحثة 2021/5/26.

حتى يتم وصفها معمارياً وتوثيقها يجب معرفة أبعادها وقياساتها الصحيحة. لمعرفة الأبعاد والقياسات، ونظراً لصعوبة الحصول على أخذ القياسات باليد، قمنا بالحصول على صورة مصححة من خلال جهاز المحطة الشاملة (TOTAL STATION) من أجل رصد النقاط المطلوبة لتوثيق الواجهة، فقمنا برصد نقاط عشوائية، وإدخالها إلى برنامج MATLAB والحصول على صورة مصححة كما في الصورة (23)، ثم تم إدخالها اللي برنامج الأوتوكاد وتوثيقها والحصول على الأبعاد الحقيقية للعقد كما في الشكل (7):



الصورة (23): الصورة المصححة التي تم الحصول عليها من برنامج MATLAB²



الشكل (7): الأبعاد التي تم الحصول عليها للعقد بعد عملية التوثيق بمقياس 1:1¹ (بتصرف الباحثة)

¹ - حجار، معالم حلب الأثرية، المرجع السابق، ص 205.

² - عمل الباحثة.

الشكل (7) يبين الأبعاد والقياسات اللازمة للعقد الثاني من الجهة اليمينية كحالة نموذجية:

عرض فتحة العقد (L) = 3.50 م

ارتفاع العقد (H) = 2.28 م

نصف قطر العقد (R) = 235 م

عمق العقد الحجري (E) = 80 سم

التباعد بين مركزي العقود (D) = 1.22 م

$$1 > 0.97 = \frac{2.28}{2.35} = \frac{H}{R}$$

الفرق بين الارتفاع ونصف قطر العقد (h) = (H) - (R) = 228 - 235 = -7 سم

ارتفاع الحجر الواحد من أحجار العقد الحجري = يتراوح بين 50 إلى 53 سم.

ثالثاً: نتائج المقارنة:

جدول (1) المقارنة بين أبعاد العقود الموجودة في صحنى المدرستين

المدرسة الظاهرية	مدرسة الفردوس	أبعاد العقد المدبب (سم)
220	228	ارتفاع العقد (H)
220	235	نصف قطر العقد (R)
380	350	عرض فتحة العقد (L)
70	122	التباعد بين مركزي العقد (D)
1	0.97	نسبة $\frac{H}{R}$
52	80	عمق العقد الحجري (E)
0.57	0.65	نسبة $\frac{H}{L}$
0	7-	(R) - (H) = (h)
-	116	نسبة $\frac{L}{3} \approx (D)$
76	-	نسبة $\frac{L}{5} \approx (D)$

نستنتج من الجدول (1):

1- تميزت العقود في العصر الأيوبي التي كانت مفتوحة على الصحن بالرشاقة والعلو، ولاحظنا أن العقود التي كانت منتشرة في مدارس ذلك العصر هي العقود

¹ - عمل الباحثة.

المدببة لكونها تسمح بمجال أفقي أوسع يزيد من مساحة صحن الجامع، كما أن ارتفاع هذه العقود وضخامتها يدل على عظمة هذا المكان بحيث يشعر الإنسان الذي يدرس ويصلي فيها بأنه صغير جداً بالنسبة لها، فيخال له من هول المكان بنسبة صغره أمام عظمة الخالق!

2- إن نسبة $\frac{H}{R}$ تكاد تكون متساوية بين عقود المدرستين، مما يدل على أنهم اعتمدوا على نفس طريقة الحساب عند تصميم العقود الحجرية طوال العصر الأيوبي.

3- لدى المقارنة نلاحظ أن العقد المدبب في المدرسة الظاهرية أقرب ما يكون إلى العقد المدبب في بلاد المغرب والأندلس الذي كان يحقق نسبة $\frac{L}{5} = (D)^1$ ، وقد لاحظنا أن هذه النسبة في المدرسة الظاهرية كانت أقرب ما يكون إلى نسبة العقود في المغرب والأندلس، ويدعى هذا العقد بالعقد المدبب الخموس.

4- بالمقارنة بين العقد المدبب في مدرسة الفردوس والعقد المدبب في المدرسة الظاهرية تبين أن نسبة $\frac{L}{3}$ في مدرسة الفردوس أكبر من نسبة $\frac{L}{5}$ في المدرسة الظاهرية، وقد ساعدت زيادة التباعد بين مركزي العقد على زيادة ارتفاع العقد، وزيادة نصف قطر العقد، مما يعني أن عمارة العقود في الفترة الواقعة بين زمن بناء المدرستين وهي فترة زمنية قصيرة لم تتجاوز 23 عاماً قد شهدت تطوراً معمارياً وإنشائياً هاماً، وبذلك حظي المبنى بفراغ أكبر وأعلى، فأكسبه ضخامة وفخامة وهيبة أكثر.

5- لوحظ ظهور العقد المجزوء بكثرة فوق أغلب فتحات الأبواب في العصر الأيوبي حيث يعمل العقد المجزوء على توزيع الأحمال الشاقولية على نقاط الاستناد من أجل ترك فتحة لإدخال الهواء والنور إلى داخل الغرف لعدم وجود نوافذ للغرف.

6- يغلب على نمط البناء في العصر الأيوبي التناظر، بالإضافة إلى وجود الإيوان في المدارس الذي لم يكن منتشراً بالعصر الذي يسبقه.

¹ - رزق محمد عاصم، 2000م-معجم مصطلحات العمارة والفنون الإسلامية، مكتبة مدبولي، القاهرة، ط1، مادة "العقد"، ص196.

7- اعتمد الأيوبيون في بناء المدخل على أن يكون على شكل عقد مدبب ذو نصف قبة مفصصة فيها مقرنصات جميلة مما أكسبه جمالاً وفخامة.

المصادر والمراجع:

1. الجاسر لمياء، 2000م-مدارس حلب الأثرية، ط1، دار رضوان، حلب، عدد الصفحات 725.
2. حجار عبد الله، 2010-معالم حلب الأثرية، حلب، حقوق النشر محفوظة للمؤلف، ط3، عدد الصفحات 344.
3. رزق محمد عاصم، 2000م-معجم مصطلحات العمارة والفنون الإسلامية، مكتبة مدبولي، القاهرة، ط1، عدد الصفحات 977.
4. سماني، وسيلة، التحليل الإنشائي للمباني الحجرية في مدينة حلب، رسالة ماجستير، معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب، 2015م، ص 78.
5. الغزي كامل، 1342هـ-نهر الذهب في تاريخ حلب. المطبعة المارونية، عدد الصفحات 813.

المراجع الإلكترونية:

- 1- موقع Google Earth، ضمن الرابط <https://cutt.us/JBllyu>.