

أثر الرطوبة في تلف خشب قلعة الجزائر

The effect of moisture on the damage of the castles wood algeria

أ. زينب شلبي، جامعة آكلي محند أولحاج البويرة،

zineb.chelbi07@gmail.com

أ.د مسعود حميان، جامعة محمد بوقرة بومرداس

m.hamiane@univ-boumerdes.dz

د. رقية عبد الصمد، معهد الآثار جامعة الجزائر

rekia_a2006@yahoo.fr، 2

الملخص:

زيادة على طلاء العناصر الخشبية (أبواب ، نوافذ ، أسقف ، درابزين ...) بزيوت نباتية أو طلاءات زيتية لتفادي تضررها وتلفها .

الكلمات المفتاحية: الرطوبة، قلعة الجزائر، الخشب

Abstract :

This study aims to highlight the impact of moisture in the wood of Algiers citadel used, whether as a construction or decorative material, in addition to making measurements of changes in both humidity and temperature in the castle using special devices

تعتبر الرطوبة بمصادرها المختلفة من أكثر العوامل الطبيعية تهديدا للمواد العضوية ومن بينها الخشب ، وتهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على تأثير الرطوبة في خشب قلعة الجزائر المستعمل سواء كمادة إنشائية أو زخرفية ، إضافة للقيام بإجراء قياسات لتغيرات كل من نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة في القلعة باستعمال أجهزة خاصة، وأظهرت نتائج القياسات بأن القلعة بها نسبة رطوبة مرتفعة وهذا ما أثر سلبا على مواد بنائها ومنها الخشب، كما تركت مظاهر تلف مختلفة عليه أهمها التعفنت، التشققات ، تحلل الخشب وفقدانه لمتانته وصلابته، تحفيز ظهور العامل البيولوجي سواء النباتات أو الحشرات والفطريات، ولحد من أضرارها ننصح بعزل الأسقف والجدران والأرضيات ،

تحتل قضية الحفاظ على التراث المادي واللامادي الصدارة لدى الكثير من دول العالم ، باعتبار أن ماضي هذه الدول هو تراث وحضارة شاهدة على مسارها التاريخي ، فبقاء الشواهد والمعالم التاريخية هو بقاء للأمم والحضارات .

تعتبر قلعة الجزائر إحدى المعالم التي نعتز بها ونسعى للحفاظ عليها وصيانتها ، باعتبارها رمزا ومقرا للحكم في الفترة العثمانية ، وصرحا معماريا شاهدا على براعة المعمارين الجزائريين في تلك الفترة ، يرجع تأسيس القلعة إلى بدايات القرن السادس عشر واستكملت مرافقها في 1591 م ، وفي سنة 1817 أصبحت مقرا للحكم العثماني عقب انتقال الداي علي خوجة إليها ، وتم استخدام مواد مختلفة في تشييد القلعة أهمها الحجارة والآجر والخشب .

تتعرض الأخشاب المستعملة في قلعة الجزائر لعوامل تلف كثيرة أهمها الرطوبة ذات المصادر المختلفة، نظرا لوقوع القلعة في منطقة مرتفعة وبمقابل البحر ، والتي ساهمت بشكل كبير في اندثار وتدهور الكثير من المواد الخشبية المستعملة كمواد انشائية أو زخرفية، إضافة إلى تأثيرها على بقية مواد البناء ، وتنشيطها لعوامل التلف الأخرى خاصة العامل البيولوجي ، وبغية معرفة تأثير الرطوبة على الخشب المستعمل ونسبتها بالقلعة قمنا بإجراء قياسات لها باستعمال جهاز Thermo-hygrobotton .

(Thermo-hygro button) , and the results of measurements showed that the citadel has a high humidity and this negatively affected the materials of its construction, including wood, as well as left various manifestations of damage on it, the most important of which are rots, cracks, decomposition Wood and its loss of durability and rigidity, stimulating the appearance of the biological factor whether plants or insects and fungi, and to reduce its damage we recommend isolating roofs, walls and floors, in addition to painting wooden elements (doors, windows, roofs, handrails ...) with vegetable oils or oil paintings to avoid his damage and deterioration .

Keywords: humidity, Algierscitadel, wood, Thermo-hygrobotton.

مقدمة:

يفصلها عن المدينة¹، تتربع القلعة على مساحة تقدر بـ 9000 م² منها 7500 م² مبنية

تم الشروع في بناء القلعة سنة 1516م من قبل عروج ، وأتم بنائها خير الدين باشا سنة 1591م وهذا حسب الكتابة الأثرية الموجودة على الباب الخارجي للقصبة .

في عام 1817 وخوفا من أعمال الشغب غادر الداوي علي خوجة قصر الجينية ليستقر في القلعة ، لتصبح المقر الجديد للحكم²، وبعد عام من ذلك، قام خليفته رئيس الوصاية الداوي حسين، بتجديد بناء بعض المنشآت، وقد تم تقسيم بناء القلعة إلى أربعة مراحل استناد إلى الباحث علي خلاصي وذلك تبعا لتقنيات ومواد البناء³ وهي :

1.1 المرحلة الأولى من 1516 إلى 1600 م

:والتي ضمت ما يلي :

- 1516 عروج يضع الأسس الأولى للقصبة .
- 1550 بناء قنطرة المياه وترتيب القسم الجنوبي الغربي من القلعة .
- 1592 مصطفى باشا يضيف مباني جديدة للقصبة ويرمم السقيفة ويشيد الديوان⁴ .

2.1 المرحلة الثانية من 1600 إلى 1817 م

:وتضمنت ما يلي :

- 1626 انفجار مصنع البارود .

تهدف الدراسة إلى التعرف على أثر الرطوبة على المواد الخشبية المستعملة في القلعة ، إضافة إلى متابعة تغيراتها داخل البناء وخارجه خلال فصول السنة ، وتحديد أهم مظاهر التلف الناتجة .

الإشكالية : ما هو أثر الرطوبة في تلف الخشب بقلعة الجزائر ؟ وكيف يمكننا أن نتبع المناخ داخل القلعة ؟

وللإجابة على هذه الإشكالية وجب علينا معرفة آلية تأثير الرطوبة على الخشب ومعرفة مصادر الرطوبة في قلعة الجزائر ، كما قمنا بوضع أجهزة خاصة لقياس نسبة الرطوبة ودرجات الحرارة في القلعة مع تحليل وتفسير النتائج المتحصل عليها ، ثم تطرقنا إلى المظاهر التي تركتها الرطوبة على خشب القلعة مع تقديم حلول لمعالجة هذه الظاهرة وتأثيرها على الخشب .

1. لمحة تاريخية عن قلعة الجزائر

تقع قلعة الجزائر في حي طالب مُجد في الجهة الشمالية لولاية الجزائر العاصمة في مرتفعات القصبة على ارتفاع 118 م فوق مستوى سطح البحر، بالقرب من وزارة الدفاع، و تقع عند التقاء سوري المدينة ، اللذين ينطلقان من بوابتي باب الواد و باب عزون و بذلك تأخذ المدينة شكلا مثلثا يبلغ محيطه تقريبا 350 متر ، و في هذه النقطة ترتفع بطارية مستديرة أو شبه محدبة يحدها سوران خارجيان هما امتداد لأسوار المدينة ، و من الداخل سور آخر

- 1908 ترميم عدة أجزاء من قصر الداوي ،
وتهديم البطارية السادسة .

- 1930 تحويل عدة أقسام من القسبة إلى
متحف فرنسي .

- 1962 تحويل القطع المتحفية إلى فرنسا وإخلاء
القسبة ثم اسكانها من طرف 1500 نسمة.⁷

ويشمل هذا المركب المباني التالية : قصر الداوي
والملاحقات الخاصة به، وحمام الآغوات ، قصر البايات
والمباني الملحقة ، مخزن الذخيرة ، مسجد الداوي
ومسجد الجيش ، المخازن ، البطاريات وعددها خمسة.

2. آلية تأثير الرطوبة على الخشب ومصادرها في
قلعة الجزائر :

1.2 آلية تأثير الرطوبة على الخشب

تؤثر الرطوبة على الأخشاب الموجودة داخل المباني
وخارجها ، إذ أن الخشب يمتص أو يفقد الرطوبة بناء
على التغير في الرطوبة النسبية للمحيط بالارتفاع أو
الانخفاض حيث ينتفخ أو ينكمش⁸ ، وتمتص جدران
خلايا الخشب الماء بنسبة تتراوح بين 20 - 30 %
بالنسبة للوزن الجاف للخشب ، وتختلف هذه النسبة
كلما انخفضت نسبة الرطوبة ، ويمكن أن تصل إلى
11 - 12 % ، ويكون الانكماش أو التمدد غير
متساوي في جميع الاتجاهات ، حيث أن الانكماش
يكون أكبر في الاتجاه العرضي ، ولا ينكمش في الاتجاه
الطولي للألياف، كما يعتمد الانكماش على موقع

- 1630 ترميم الأجزاء المتضررة نتيجة للانفجار
وبناء مصنع للبارود من جديد .

- 1716 زلزال عنيف دمر المدينة وأجزاء من
القسبة ، وقد تم اصلاح الأجزاء المتضررة من القسبة .

3.1 المرحلة الثالثة من 1817 إلى 1830 م
وتضمنت ما يلي :

- 1817 انتقال علي خوجة إلى القسبة وتحويل
خزينة الدولة وكل الأجهزة الادارية إلى القلعة واتخاذها
قسبة بمفهومها الحقيقي .

- 1818 الداوي حسين يضيف المسجد والطوابق
العليا من قصر الداوي ويبنى قصر البايات .

- 1822 بناء المسجد البراني وإضافة عدة أقسام
إلى قصر الداوي .

- 1830 دوبرمون يحتل القسبة ويقيم بها .⁵

4.1 المرحلة الرابعة من 1830 إلى

1962 م تم في هذه المرحلة :

- 1840 تحويل عدة أقسام من القسبة إلى
مستشفى عسكري .⁶

- 1844 شركة النقل العمومية تشق طريق مُجدد
طالب على حساب الحديقة الصيفية ومسجد الجيش .

- 30 مارس 1887 تصنيف القسبة كأثر تاريخي

انهارها¹¹ ، كما أن انتشار الماء في نسيج الخشب يشجع الغزو البيولوجي له خاصة الكائنات المجهرية كالفطريات والبكتيريا التي لها إنزيمات تحلل مركبات الخشب وتزيد من التلف وسرعته¹² .

2.2 مصادر الرطوبة في قلعة الجزائر :

توجد مصادر كثيرة للرطوبة في القلعة فتكون إما نتيجة للأمطار، أو المياه الجوفية، أو ناتجة عن البحر ، الخاصة الشعرية.

أولاً- الرطوبة الناتجة عن الأمطار: تتساقط على مدينة الجزائر كميات معتبرة من الأمطار تكون أغلبها بين أكتوبر و مارس ، إذ وصلت إلى 808 ملم في 1996¹³ وانخفضت إلى 304 ملم سنة 2000¹⁴ ، وتحدث هذه الأمطار أضراراً على الأخشاب المستعملة في القلعة خاصة الموجودة كأسقف الطوابق العلوية من المباني ، إذ بفعل اهتراء الأسقف ووجود تسربات بها إضافة إلى غزارة الأمطار أحياناً وتواصل هطولها ليلاً ونهاراً ، فيؤدي ذلك حتماً إلى تأثر الأخشاب بانتفاخها وزيادة نمو الفطريات عليها نتيجة لتحلل المكونات كالسيليلوز والهيميسيليلوز، وبالتالي اضعاف بنية الخشب ، كما تتأثر الأخشاب الموجودة داخل الجدران كعناصر دعم ، نتيجة مصاحبة الرياح للأمطار مما يجعلها تحطل بصفة مائلة وتدخل إلى الجدران خاصة بعد عملية تعرية الجدران وإزالة التليسات ، وخاصة الجدران الشمالية والشرقية.

ألواح الخشب في ساق الشجرة ، إذ أن انكماش الخشب في الاتجاه المماسي يكون عادة ضعف الانكماش القطري ، كما يختلف بحسب أنواع الأخشاب فتكون كبيرة في حالة أخشاب الزان والبلوط والأرو ، ويبلغ انكماش الأخشاب الصلبة في حالتها الطبيعية في الظروف العادية 1 % في الاتجاه المماسي و 2 % في الاتجاه القطري ، بينما في الأخشاب اللينة يبلغ انكماشه في الاتجاه المماسي 6 % و القطري 5 %⁹.

ويتحلل السليلوز والهيميسيليلوز في وجود الرطوبة ، حيث يحتفظ السليلوز في المراحل الأولى من التحلل بالتركيب البنائي الأساسي للألياف ، وباستمرار التحلل يحدث نقص في الخواص الفيزيوميكانيكية، كما يتحلل الهيميسيليلوز ويعطي البنتوزوالهكسوز ، وهي سكريات قابلة للذوبان في الماء ، ويعتبر الهيميسيليلوز الرابط بين ألياف السليلوز حيث يساعد تحلله على هشاشة وفقدان الخواص الميكانيكية للخشب ، وذلك لتحلل وتلف الجدار الثانوي للخلايا الخشبية ، وبالتالي الضعف الكلي ، كما أن نزح (تحلل) المستخلصات والتي تحمي الكربوهيدرات من التحلل يلعب دوراً هاماً في فقد متانة الخشب ، وعملية تحطيم الكربوهيدرات يصاحبه اختزال (نقصان) في تبلور السليلوز المتبقي ، ونقص التبلور يزيد من استرطاب الخشب¹⁰ ، كما يؤدي إلى انكماش اللويقات الدقيقة السليلوزية ، وبالتالي نقص متانة جدران الخلايا بدرجة تجعلها لا تتحمل الشد السطحي للماء الحر الموجود بها ثم

بحكم أن أغلب عوامل تلف الخشب ناتجة عن الرطوبة والحرارة سواء بتأثيرها المباشر أو غير المباشر والمتمثل أساسا في تحفيز العامل البيولوجي ، ومن أجل التعرف على تغيرات نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة في قلعة الجزائر، قمنا بوضع سبعة بطاريات قياس من نوع جهاز Thermo track 5 وهو جهاز مزود بنظام معلوماتي يسمح بتحضير القياس لمدة زمنية معينة حسب نوع القياس الذي نختاره كل ساعة، كل يوم... إلخ. بالإضافة إلى كونه يقوم بتسجيل درجات الحرارة والرطوبة فهو كذلك يظهر نقاط تشكل الندى، وكذا تحديد التغيرات بين داخل البناء وخارجه.



صورة 1: جهاز قياس الحرارة والرطوبة

1.3 المهمة الأولى (أواخر فصل الشتاء وفصل

الربيع)

تم وضع أربع بطاريات ابتداء من 16 فيفري إلى غاية 22 أفريل 2018 ، وقد وضعت كما يلي :

- البطارية رقم 01 : وضعت في قصر البايات في الطابق الأول في الغرفة رقم H312 في جدار الشمالي الغربي ، وتم اختيارها لأنها غرفة مفتوحة على الصحن و حالة حفظ الخشب بها حسنة كما انها مصدر

ثانيا - رطوبة البحر : بحكم وقوع القلعة في منطقة مشرفة على البحر فإنها تتأثر حتما بهذا العامل ، خاصة في وجود الرياح الشمالية الشرقية التي تهب على المدينة والتي تحمل معها الرطوبة المحملة بالأملاح، والتي لها تأثير على الخشب بزيادة حجمه كما تؤثر الأملاح على مواد البناء المختلفة .

ثالثا -رطوبة المياه الجوفية : تحتوي القلعة على بعض القنوات والآبار وخزانات مياه الأمطار التي تعتبر خاصية مميزة للعمارة التي تعود إلى هذه المرحلة ، والتي تنتقل مياهها بفعل الخاصية الشعرية خلال مسام التربة ومواد البناء ، كما تنتقل في الجدران من الخارج إلى الداخل، نجد هذه الرطوبة خاصة في الطوابق الأرضية من مباني القلعة مثل قصر الداوي ، وقصر البايات ، والحمامات، والتي يمكنها أن ترفع نسبة الرطوبة وتؤدي إلى تلف الأخشاب الموجودة في قواعد الأعمدة وأطر الأبواب والمداخل في الطوابق الأرضية وهذا بفعالها المباشر أو المحفز للعوامل الأخرى .

رابعا - رطوبة التكثف (بخار الماء) : تكثيف بخار

الماء يؤدي لزيادة نسبة الرطوبة، مما يؤدي إلى زيادة معامل التمدد، وتنتج هذه الرطوبة خاصة في الطوابق الأرضية ، كما نجد لها في فصل الشتاء نتيجة تشبع الجو بالرطوبة الناتجة عن البحر³. ابن عاشور وكتابه

مقاصد الشريعة الإسلامية

3. قياس الرطوبة والحرارة بواسطة جهاز

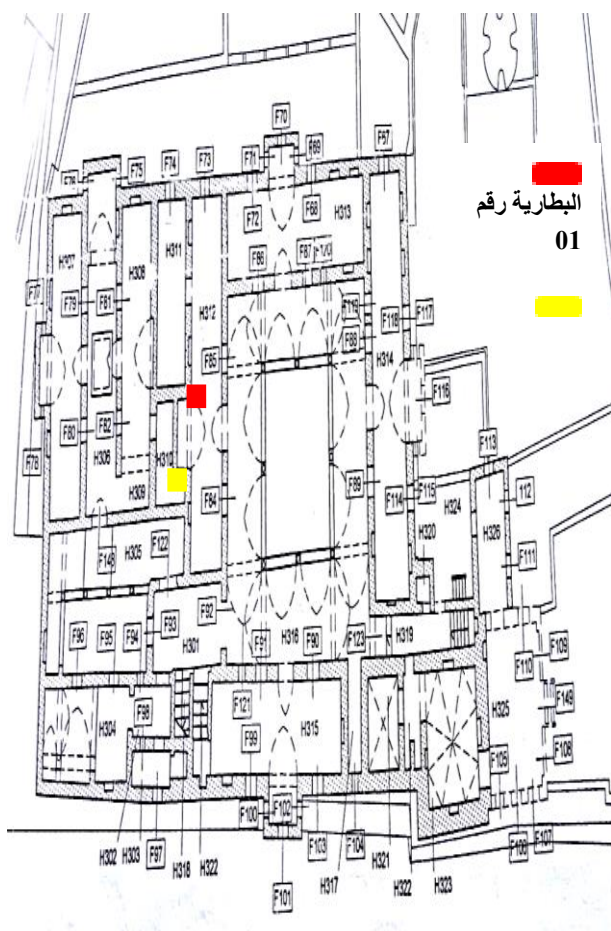
Thermo-hygro Button بالقلعة

العينات المأخوذة لإجراء التحاليل . الشكل 1
والصورة 2 أ.

- البطارية رقم 02 : وضعت في قصر البايات في الطابق الأول في الغرفة رقم H310 وهي غرفة محمية أكثر توجد في الجهة الشمالية الغربية تعتبر حالة الخشب حسنة بداخلها ، وقد كان بها مدخل في الجدار الشرقي. الشكل 1 والصورة 2 ب.

-البطارية رقم 03 : تم وضعها في قصر الداى في جناح الحرم في الطابق الثاني في الجهة الشمالية الغربية في الغرفة رقم A233 ، و هي غرفة مغلقة و حالة حفظ الخشب بها جيدة. الشكل 2 والصورة 3أ.

-البطارية رقم 04 : ثبتت في مقصورة الداى A247 الموجودة في الواجهة الشمالية من قصر الداى والمطلّة على الصحن مما جعل الخشب أكثر عرضة لعوامل التلف مما انتج عنه حالة حفظ سيئة ، و قد تم اختيار هذا الموقع ليتسنى لنا قياس درجة الحرارة ونسبة الرطوبة الخارجية . الشكل 2 والصورة 3 ب .



الشكل 1: مخطط الطابق الأول لقصر
البايات ومكان وضع البطارياتين 01 و 02

2.3 المهمة الثانية (فصل الصيف وبدايات فصل الخريف)

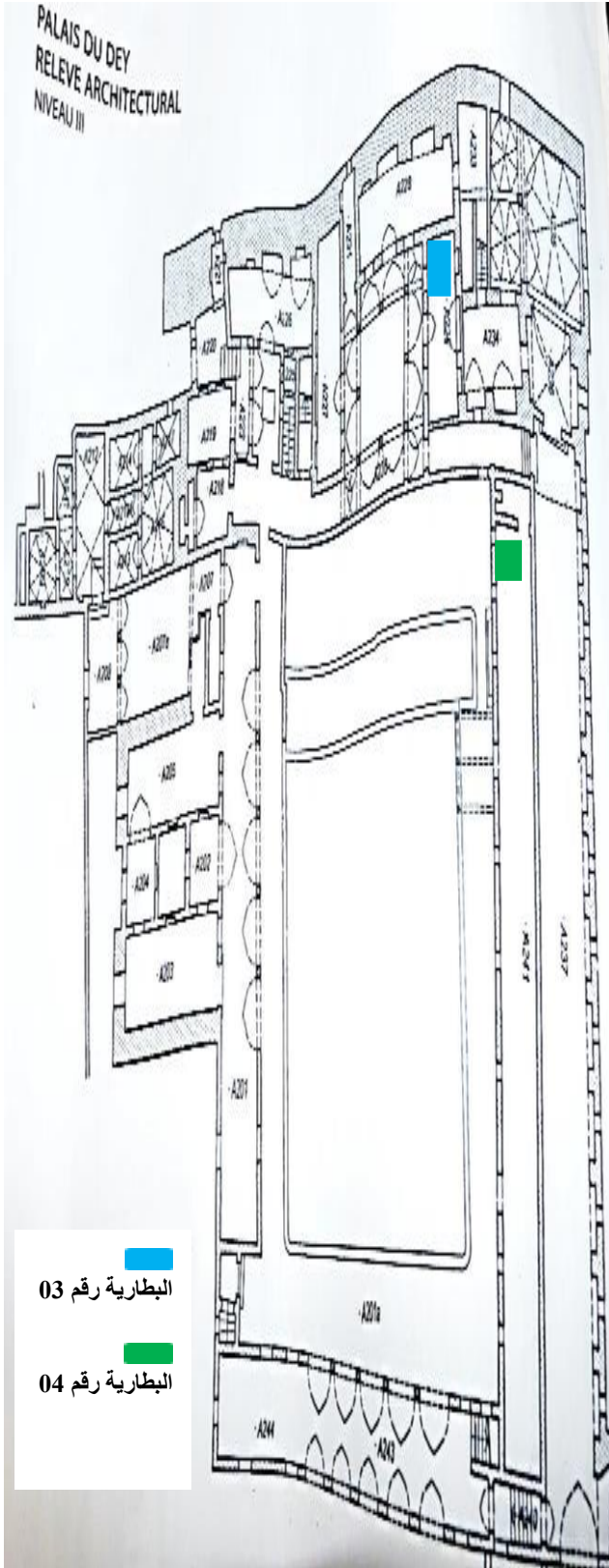
تم وضع ثلاث بطاريات ابتداء من 09 جويلية إلى 31 أكتوبر 2018 ، ثبتت في نفس مكان البطاريات السابقة بهدف ملاحظة التغيرات ومقارنة النتائج في فصول مختلفة و هي كما يلي:

- البطارية رقم 05 : وضعت في قصر البايات في نفس مكان البطارية رقم 02 ، وقد تم إغلاق المدخل الذي كان مفتوحا في الجهة الشرقية ، والذي كان يربط

الغرفة المطلّة على الصحن مع هذه الغرفة ، كما تم تعرية الأرضية الغرفة وبالتالي الكشف عن سقف الغرفة التي تحتها. الشكل 3

- البطارية رقم 06: وضعت في قصر الداوي في جناح الحرم في نفس مكان البطارية رقم 03 ، بحيث أن الغرفة مازالت مغلقة و كان لابد من معرفة درجة تأثرها بالعوامل الخارجية من جهة و عدم انطلاق أشغال الترميم بها من جهة أخرى . الشكل 3

- البطارية رقم 07: قمنا بوضعها في قصر الداوي في الكشك في القطعة الخشبية الحاملة للمقصورة في الجهة الغربية ، لتعذر وضعها في نفس مكان البطارية رقم 04 وعدم القدرة على تثبيتها لتدهور القطعة الخشبية بحكم وجودها في الخارج وعرضة لرذاذ البحر ومختلف التغيرات الخارجية. الشكل 3



الشكل 2: مخطط الطابق الثاني لقصر

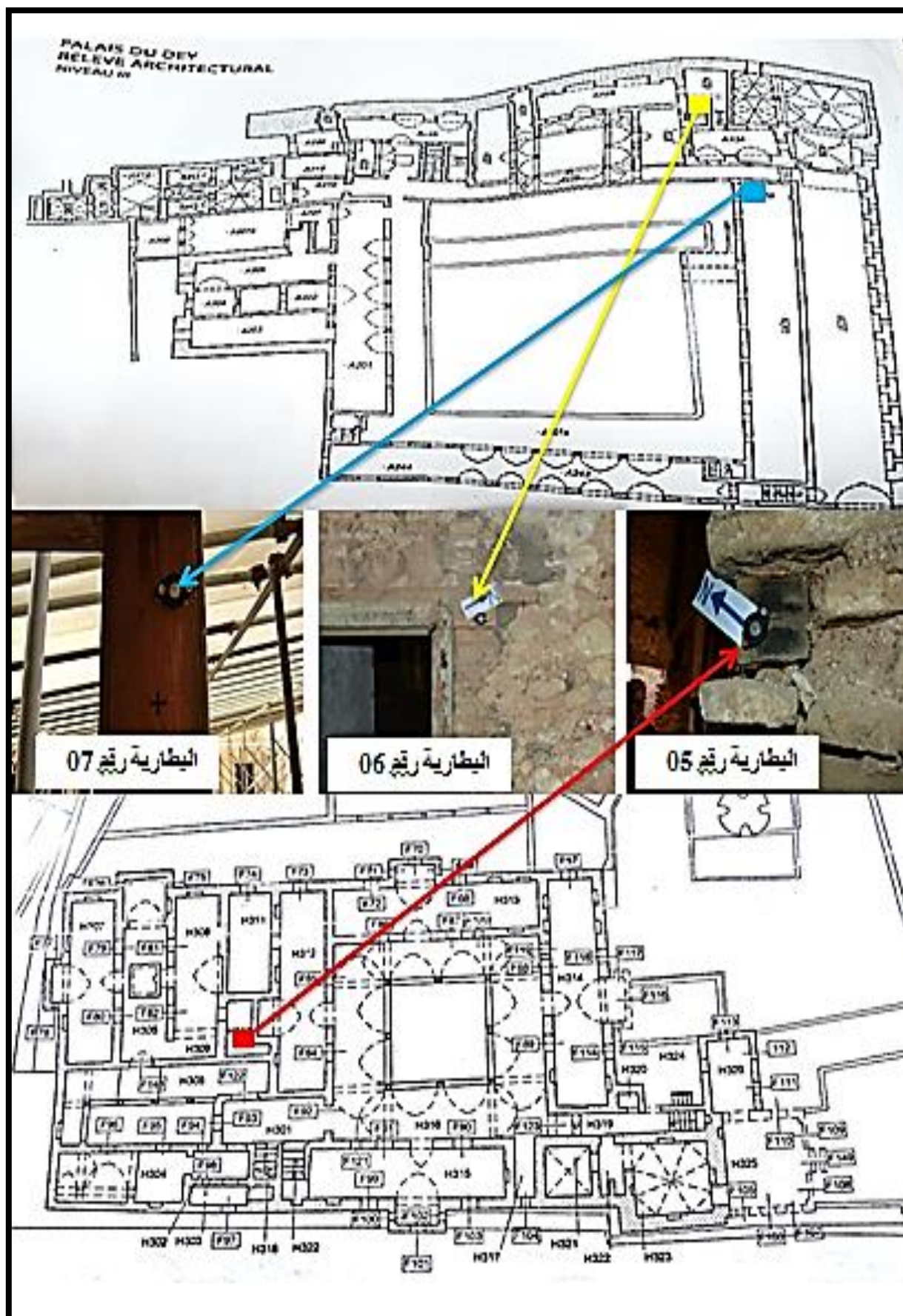
الداوي ومكان وضع البطاريتين 03 و 04



أ. مكان وضع البطارية رقم 01



ب. مكان وضع البطارية رقم 02



4.3 نتائج القياسات:

أولاً- نتائج المهمة الأولى :

- لم تسجل البطارية رقم 01 أي نتائج لوجود خلل بها ولذلك تم الاستغناء عنها .

- أظهرت نتائج البطارية الثانية تسجيل نسبة رطوبة مرتفعة في أغلب الأيام وقد وصلت إلى 95 % كحد أقصى ، وكان ذلك في 15 أبريل 2018 على الساعة 2:17 ، في حين تم تسجيل أدنى نسبة رطوبة يوم 02 أبريل 2018 على الساعة 20:17 والتي قدرت بـ 47.2 % ، مع وجود فترات من التذبذب طيلة مدة القياس ، في حين كانت درجات الحرارة منخفضة في أغلب الوقت ، مع وجود ارتفاعات محسوسة أثناء الظهيرة لكنها لم تتجاوز 20°م طيلة فترة القياس وهذا خلال 15 يوما الأولى من شهر مارس ، وقد بلغت أدنى درجة حرارة 8.2°م في 02 مارس 2018 على الساعة 8:17 ، أما أقصى درجة حرارة فقد تم تسجيلها يوم 10 مارس 2018 على الساعة 21:17 وقد بلغت 28°م ، كما نلاحظ وجود تذبذبات سواء في الرطوبة أو درجة الحرارة بالرغم من وجود البطارية في غرفة محمية ويرجع هذا لوجود تيارات هوائية يمكنها أن تدخل للغرفة بسبب عدم وجود النوافذ والأبواب في مكانها .

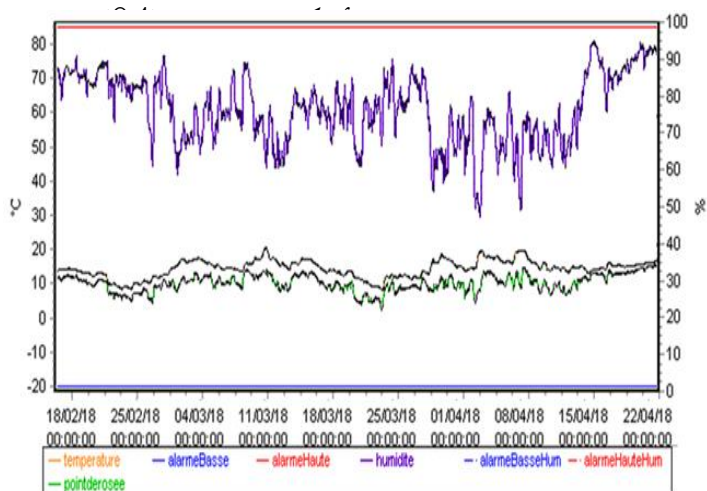
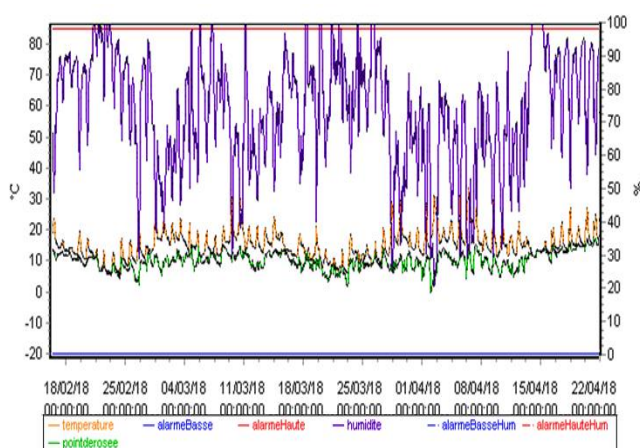
- فيما يخص البطارية رقم 03 فقد أظهرت استقرارا

نسبيا في درجات الحرارة ونسبة الرطوبة بين فترات الليل والنهار طيلة فترة القياس مع تأثرها طبعاً بالجو الخارجي

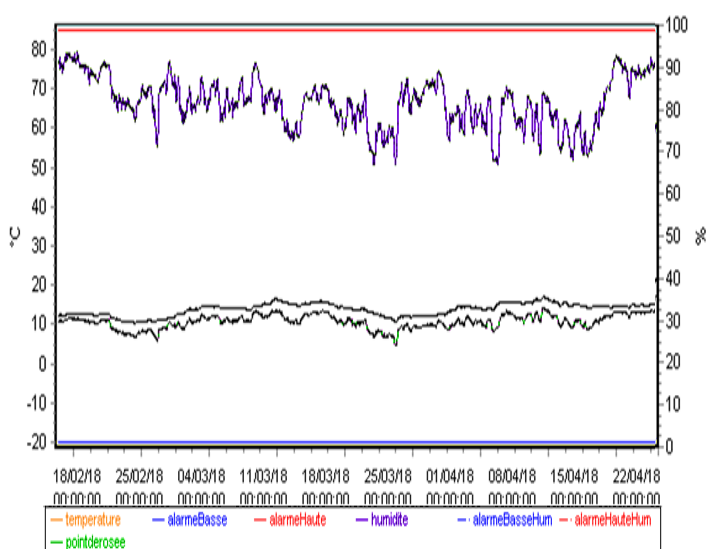
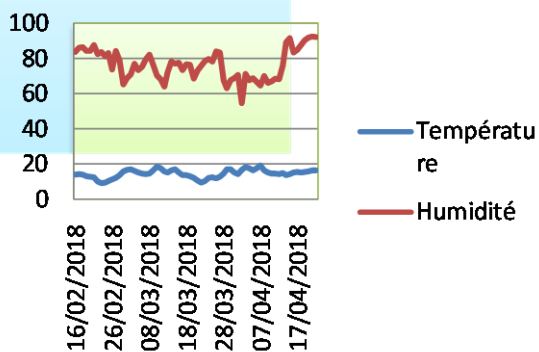
الذي عرف انخفاض محسوس في درجات الحرارة خلال نهاية شهر فيفري ، ونهاية شهر مارس وبداية شهر أبريل ، وتم تسجيل درجات حرارة بين 10.4°م إلى 16°م ، في حين كانت نسبة الرطوبة مرتفعة على الدوام وتتراوح ما بين 66.8 إلى 95 % ، ويعرف المكان الذي وضع في الجهاز بظلامه الدائم وعدم وجود فتحات للتهوية بخلاف الباب الذي يبقى مغلقا في الغالب ، وهذه الشروط مثالية لانتشار الفطريات في المكان .

- أما البطارية رقم 04 فأظهرت وجود تذبذبا كبيرا في كل من الحرارة والرطوبة مع تشكل الندى point de rosé في الكثير من المرات نتيجة تشبع الهواء ، كما نلاحظ نسبة رطوبة مرتفعة وصلت إلى 100 % في الكثير من المرات وفي مختلف ساعات النهار والليل ، وتم تسجيل أدنى نسبة رطوبة يوم 08 أبريل 2018 على الساعة 12:31 وقد قدرت بـ 21.4 % ، في حين تم تسجيل درجات حرارة متغيرة بين الليل والنهار بمعدل ما بين 8 إلى 10°م ، وقد وصلت أقصى درجة حرارة إلى 33.3°م يوم 06 أبريل على الساعة 13:31 ، بينما سجلت أدنى درجة يوم 23 فيفري على الساعة 8:31 صباحا وقد قدرت بـ 5.8°م .

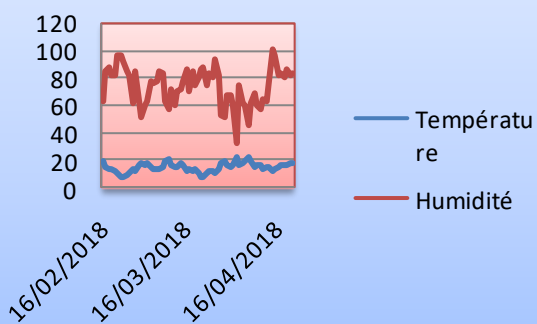
- تسمح الرطوبة المرتفعة في داخل القلعة أو خارجها على نشاط الفطريات والحشرات، كما تعتبر درجة الحرارة مثالية لنمو الحشرات وهذا ما يؤثر على



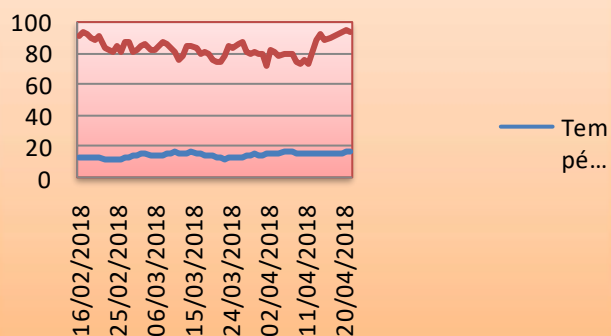
المعدل اليومي للحرارة والرطوبة للبطارية رقم 02



المعدل اليومي للرطوبة والحرارة للبطارية رقم 04



المعدل اليومي للرطوبة والحرارة للبطارية رقم 03



وفيما يلي جدول معدلات الرطوبة والحرارة القصوى والدنيا للبطاريات في المهمة الأولى .

جدول 1: يلخص أهم نتائج القياسات

للبطاريات في المهمة الأولى

البطاري ة رقم 02	البطاري ة رقم 03	البطاري ة رقم 04	
28.2	28	33.3	درجة الحرارة القصى (°م)
8.2	10.4	5.8	درجة الحرارة الدنيا (°م)
15.9	15.5	16.5	معدل درجة الحرارة (°م)
6	9	9	
95	95	100	نسبة الرطوبة القصى (%)
47.2	55.9	21.4	نسبة الرطوبة الدنيا (%)
74.5	79.0	72.1	معدل نسبة الرطوبة (%)
2	9	0	

ثانيا- نتائج المهمة الثانية :

بعد نزع البطاريات وقراءتها لاحظنا ما يلي :

- البطارية رقم 05 : بلغت أقصى نسبة رطوبة 93 % أما أدنى نسبة رطوبة تم تسجيلها فبلغت 51% ، في حين بلغ المعدل 81 % ، وهذا يعني أن نسبة الرطوبة كانت مرتفعة في أغلب فترات القياس ، مع تسجيل تذبذب ما بين 69 - 51 % أيام 11 ، 14 و 15 جويلية بعدها عاودت الارتفاع إلى حد 89 % ، وانخفاضها أيضا في أواخر شهر جويلية أيام 28، 29 و 30 ، وأيام 03 ، 04 و 12 من شهر سبتمبر دون أن تتجاوز 52 % ، حيث تكون فترة الانخفاض عادة في الظهيرة ، وفي باقي الأيام كانت مرتفعة إذ تتراوح في الغالب بين 70 و 90 % ، وهذا الارتفاع في الرطوبة يعمل على رفع رطوبة الخشب وبالتالي تحفيز الإصابة بالحشرات والفطريات والتأثير على مواد البناء الأخرى ، أما درجة الحرارة فكانت معتدلة طول فترة القياس وتراوح ما بين 21 °م و 26 °م في الغالب ، مع تسجيل أعلى درجة حرارة والتي بلغت 27 °م ، أما أدنى درجة حرارة فوصلت إلى 13 °م وهذا في أواخر شهر أكتوبر، الذي تميز بتسجيل انخفاض في درجات الحرارة وهذا في الفترة ما بين 23 و 30 أكتوبر ، في حين بلغ معدل درجة الحرارة حوالي 23.5 °م .

وتعتبر درجة الحرارة هذه مثالية لظهور العامل البيولوجي ، والملاحظ أيضا أنه رغم ارتفاع درجة الحرارة في بعض الأحيان إلا أننا نسجل رطوبة نسبية مرتفعة وهذا نتيجة القرب من البحر ، والملاحظ أيضا تسجيل لتشكيل الندى طول فترة القياس ، والذي يرجع إلى نسبة الرطوبة المرتفعة في داخل القصر ودرجة الحرارة المرتفعة في الخارج

- وبالرغم أننا وضعنا البطارية في فترة الصيف إلا أننا لم نسجل نسبة رطوبة منخفضة جداً بالمقارنة مع نتائج المهمة الأولى ، كما أن درجة الحرارة كانت معتدلة بالمقارنة مع المهمة الأولى .

- البطارية رقم 06 : تسجيل نسبة رطوبة بلغت 91 % كأعلى نسبة ، في حين قدرت أدنى نسبة بـ 52 % ، وكانت نسبة الرطوبة مرتفعة في أغلب الفترات وتتراوح بين 75% - 87 % ، مع تسجيل انخفاض إلى حدود 55 % في أواخر شهر أكتوبر أيام 26 ، 29 و 30 نتيجة التغيرات الجوية ، أما درجة الحرارة فقد عرفت هي الأخرى استقراراً ، فقد بلغت أعلى درجة 26.5 °م ، أما أدنى درجة حرارة تم تسجيلها فقد قدرت بـ 15.5 °م ، وتم تسجيل ثبات في درجة الحرارة خلال شهري جويلية وأوت بين 25 °م و 26.5 °م ، وانخفاضها في شهر سبتمبر وأوائل أكتوبر إلى 21 °م ، أما في أواخر شهر أكتوبر فوصلت إلى 15.5 °م.

- تسجيل تشكل الندى طول فترة القياس نتيجة تشبع الهواء بالرطوبة .

- عدم تسجيل اختلاف كبير في نسبة الرطوبة بين المهمة الأولى والمهمة الثانية .

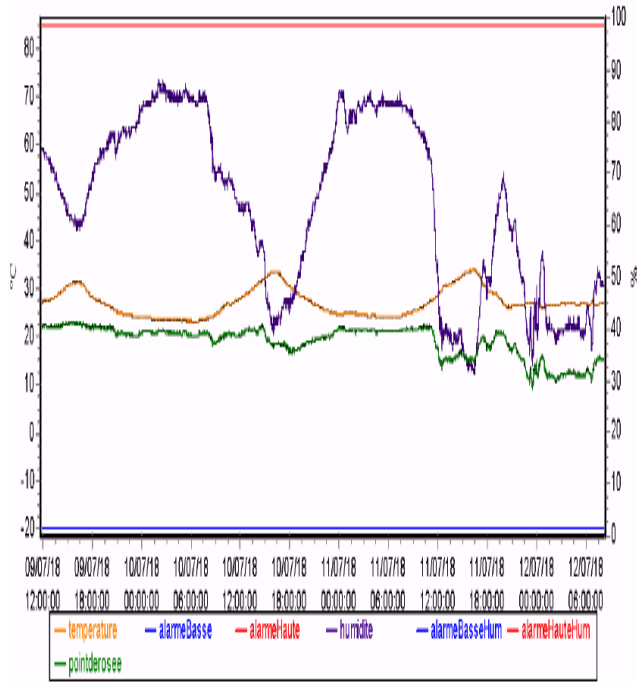
- سجلت هذا البطارية استقراراً أكثر في نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة بالرغم من وجودها في مكان مغلق في جناح الحرم من قصر الداوي ، مثل البطارية رقم 02 الموضوعة في قصر البايات ، الذي سجلت

تذبذباً في الرطوبة وتسجيل درجة حرارة أقل ، وهذا راجع إلى إزالة الأرضيات وكشف الأسقف التي تحت الغرفة ، مما سمح بإمكانية تسرب الهواء من الخارج إلى الداخل والتأثير على نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة ، التي كانت أقل منها إذ قدرت بـ 13 °م ، في حين كانت أدنى درجة حرارة سجلتها البطارية الموضوعة في قصر الحرم هي 16 °م

- البطارية رقم 07 : عرفت خطأ في عملية البرمجة فتم وضع التسجيل كل دقيقة بدل كل ساعة ، وهذا ما قلص من مدة التسجيل لأربعة أيام فقط ، وهذا ما أثر على مهمة القياس ، لأن هذه البطارية تم وضعها بالخارج لتسجيل التغيرات الخارجية حتى يمكن مقارنتها مع البطارتين السابقتين .

- تظهر البطارية تغيرات واضحة بين نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة بين الليل والنهار ، مع تسجيل نسبة رطوبة فوق المتوسط في اليوم الأول من التسجيل بدرجة حرارة معتدلة حيث بلغت حوالي 28 °م وتراوحت نسبة الرطوبة بين 70 % - 75 % .

- عند ارتفاع درجة حرارة تنخفض نسبة الرطوبة ، وخاصة في فترة الظهيرة التي تعرف ارتفاع في درجة الحرارة إلى 33 °م مع انخفاض في نسبة الرطوبة إلى أقل من 40 % ، وذلك يوم 10 جويلية ، وللتذبذب الكبير في نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة تأثير على الخشب الموجود في الخارج ، حيث يؤدي إلى انكماشه وانتفاخه

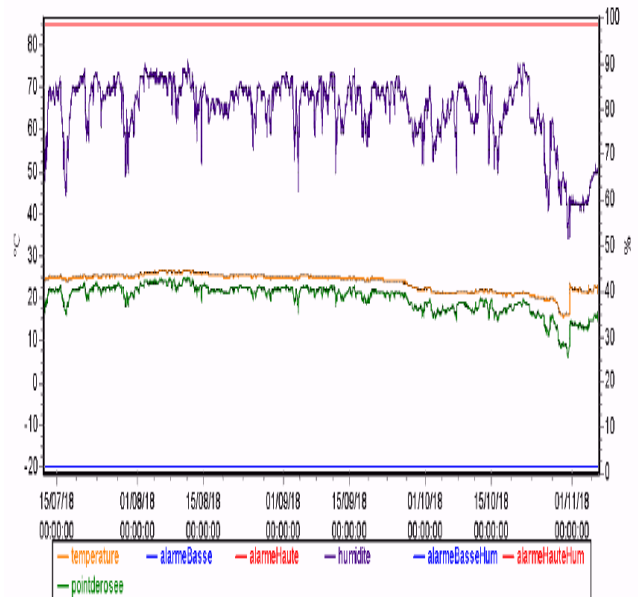
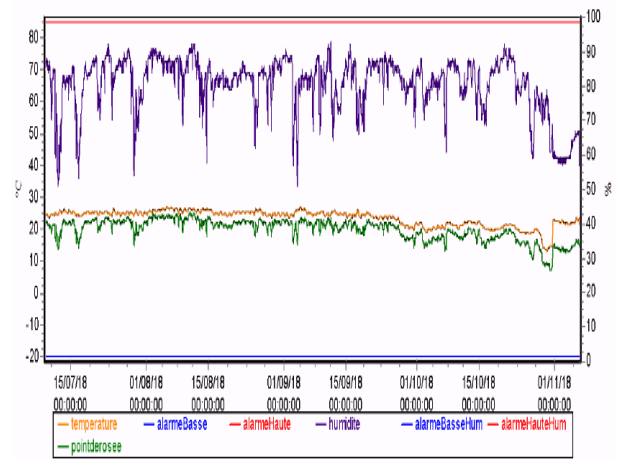


والجدول التالي يبين نسبة الرطوبة والحرارة القصوى والدنيا ومعدلاتهما خلال مهمة القياس الثانية .

البطارية رقم 07	البطاري ة رقم 06	البطاري ة رقم 05	
34	26.5	27	درجة الحرارة القصوى (م°)
23	15.5	13	درجة الحرارة الدنيا (م°)
27.0 8	23.7 2	23.4 5	معدل درجة الحرارة (م°)
88	91	93	نسبة الرطوبة القصوى

مما يحدث التشققات الطولية فيه ، كما يؤثر على محتواه من الماء .

- لا يمكننا المقارنة بين نتائج المهمة الأولى وهذه المهمة ، أو بين تسجيلات البطارية رقم 07 والبطارتين رقم 05، 06 نتيجة لقصر فترة القياس . والأشكال رقم (10) ، (11) و(12) تمثل نتائج القياسات في المهمة الثانية .



للأمطار والاهتراء الكبير لأسقف المباني وتدهورها وانعدامها في مباني أخرى خاصة في قصر البايات .

كما أظهرت نتائج القياسات بعد الدراسة الميدانية التطبيقية عن طريق أضرار قياس تغيرات درجات الحرارة والرطوبة و تشكل الندى بالقلعة ، لاحظنا أن نسبة الرطوبة مرتفعة في معظم فصول السنة بمعدل يقارب 95 %، نتيجة قربها من البحر، وعدم وجود تغيرات كبيرة في نسبة الرطوبة بين داخل المباني وخارجها، وهذا مايشجع ظهور الفطريات والحشرات وتشوه الخشب بفعل التأثير على الخصائص الفيزيائية والميكانيكية، أما في خصوص درجة الحرارة فكانت معتدلة غالبا بين 18 - 25 °م ، مع وجود فترات حارة نسبيا وصلت أعلى درجاتها إلى 34°م في شهر جويلية مع تسجيل اختلافات بين داخل وخارج المباني بفارق يقدر $\pm$ 8°م ، ما يجعل الخشب الموجد في الخارج أكثر عرضة للتلف كالتغير في اللون ، وتحشن السطح ، كما لاحظنا أيضا تشكل الندى طوال فترة القياس في المهمة الثانية في البطاريات التي كانت موضوعة داخل الغرف أو خارجها ، ما يؤكد تشبع الهواء بالرطوبة بسبب مياه البحر، ووجود اختلافات في درجة الحرارة .

- ولتفادي مشكل الرطوبة المرتفعة وأثرها يتوجب ترميم الأسقف الخشبية مع البدأبتدعيم الهيكل الانشائي للبناء لتفادي انهيارها ، كما يجب الاهتمام بحالة الجدران وسلامتها لأنها هي المسؤولة عن حمل ثقل السقف ، فإن كان بها أي خلل فإنه سيؤثر حتما

(%)			
نسبة الرطوبة الدنيا (%)	51	52	31
معدل نسبة الرطوبة (%)	80.5	79.9	64.0
	1	4	9

4. - مظاهر تلف الرطوبة على خشب القلعة:

تترك الرطوبة بمختلف مصادرها مظاهر تلف كثيرة على الخشب المستعمل في القلعة أهمها :

- تسبب الانتفاخ، الانكماش، والتشقق.
- حدوث تقوس الخشب إما بتقعره أو تحدبه .
- تشقق وتفكك الطبقة السطحية لألوان والدهانات المستخدمة على الخشب بفعل الانتفاخ والانكماش.
- تراكم الأتربة والغبار والملوثات على الخشب وتفعيل العامل الكيميائي .
- تؤثر في الخصائص الميكانيكية للخشب.
- تؤثر في قوة تحمل السطح الخارجي للعوامل الخارجية.
- تؤثر على مظهر الخشب الخارجي بتغيير اللون .
- تحفيز نمو البكتريا والفطريات.

الخاتمة:

تعاني الأخشاب المستعملة في مباني قلعة الجزائر من الرطوبة ذات المصادر المختلفة ، والتي يظهر أثرها بشكل كبير في فصل الشتاء ، نتيجة التساقطات الغزيرة

(5) الوكالة الوطنية للآثار وحماية المعالم التاريخية : مشروع ترميم قصبة الجزائر وقصر الداوي ، تيبازة ، 1988.

6) Giorgio Torraca- Lectures on materials science for architectural conservation - The Getty Conservation Institute , USA , 2009.

7) Klein H : Le vieil Alger et sa banlieue, Archive du ministère de la guerre 1912. Tome III.

8) Marçais G - L'architecture musulmane d'occident- Paris 1952.

9) ONM, Résumé annuel du temps en Algérie données de base Année 1996 , CCNAIger, 1996.

10) ONM, Résumé annuel du temps en Algérie données de base Année 2000 , CCNAIger, 2000.

على السقف ، لذلك ينبغي معالجة التشققات الموجودة على مستواها ، وسد الثغرات والفجوات التي تكون بها ، استعمال مواد عازلة لمنع صعود المياه الشعرية إلى الجدران ، أو القضاء على مصدر هذه المياه ، كما يجب معالجة الأماكن التي يكون بها تسربات للمياه وإصلاحها لتفادي مشكل التسرب .

- حماية الأخشاب من الرطوبة بدهانها إما بالزيوت مثل زيت الكتان بثلاثة طبقات ، أو استعمال طلاء بأساس زيتي سواء يكون بلون أو نصف شفاف .

قائمة المراجع :

(1) إبراهيم مُحمَّد عبد الله ، علاج وصيانة المباني ، ط 1 ، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر ، الاسكندرية ، 2011.

(2) خلاصي علي : قصبة مدينة الجزائر ، ج 1 ، ط 1 ، دار الحضارة ، الجزائر ، 2007 .

(3) ماري بيردوكو ، الحفظ في علم الآثار الطرق والأساليب العلمية لحفظ وترميم المقتنيات الأثرية، ترجمة : مُحمَّد أحمد الشاعر ،المعهد العلمي الفرنسي للآثار الشرقية ، القاهرة ، 2002 .

(4) مصطفى بن حموش ، بدر الدين بلقاضي : خطط مدينة الجزائر من خلال مخطوط ديفولكس والأرشيف العثماني ، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة، 2004.

- ¹ - مصطفى بن حموش ، بدر الدين بلقاضي : خطط مدينة الجزائر من خلال مخطوط ديفولكس و الأرشيف العثماني ، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة، 2004، ص 59 .
- ² -Marçais G - L'architecture musulmane d'occident- Paris 1952. P438
- ³ - خلاصي علي : قصبة مدينة الجزائر ، ج 1 ، ط 1 ، دار الحضارة ، الجزائر ، 2007 ، ص 57 .
- ⁴ - الوكالة الوطنية للأثار وحماية المعالم التاريخية : مشروع ترميم قصبة الجزائر وقصر الداوي ، تيبازة ، 1988 ، ص 3 .
- ⁵ - نفسه ، ص 3-4 .
- ⁶ -Klein H : Le vieil Alger et sa banlieue, Archive du ministère de la guerre 1912. Tome III. P19
- ⁷ - الوكالة الوطنية للأثار وحماية المعالم التاريخية ، المرجع السابق ، ص 4 .
- ⁸ - Giorgio Torraca - Lectures on materials science for architectural conservation- The Getty Conservation Institute , USA , 2009 , p 153.
- ⁹ - إبراهيم مُجَد عبد الله ، علاج وصيانة المباني ، ط 1 ، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر ، الاسكندرية ، 2011، ص 228 .
- ¹⁰ - ماري بيردوكو ، الحفظ في علم الأثار الطرق والأساليب العلمية لحفظ وترميم المقتنيات الأثرية، ترجمة: مُجَد أحمد الشاعر ،المعهد العلمي الفرنسي للأثار الشرقية ، القاهرة ، 2002 ، ص 344 .
- ¹¹ - إبراهيم مُجَد عبد الله ، المرجع السابق ، ص 228-229 .
- ¹² - نفسه ، ص 228-229 .
- ¹³ -ONM, Résumé annuel du temps en Algérie données de base Année 1996 , CCNAIger, 1996 , P 12 .
- ¹⁴ -ONM, Résumé annuel du temps en Algérie données de base Année 2000 ,CCNAIger, 2000, P 7 .