

الأرحية المائية بتلمسان

Watermills in Tlemcen city

عطار محمد¹، نقادي سيدي محمد²¹ جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان (الجزائر)، mohamed.attar@univ-tlemcen.dz² جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان (الجزائر)، sidimohammed.negadi@mail.univ-tlemcen.dz

تاريخ الإرسال: 04-06-2021 تاريخ القبول: 03-10-2021 تاريخ النشر: 30-10-2021

ملخص: يعد طحن الغلال من الصناعات الغذائية الأساسية، ومن أجل هذا الغرض استغل الإنسان منذ القدم قوة المياه الساقطة من علو لإدارة حجر رحي الطاحونة لسحق الحبوب وتحويلها إلى دقيق كالشعير والحنطة وغيرهما من المواد الغذائية التي يستلزم طحنها، ولا يتصور مدينة أو قرية تخلو من مطاحن الغلال لأنها ترتبط بغذاء الإنسان. وقد تعددت أنواع الرحي كاليدوية التي تدار بواسطة دولا ب تديره الحيوانات والهوائية التي تعتمد على قوة الرياح والأرحية المائية التي نحن بصدد دراستها، حيث أن هذه الأخيرة تقام على ضفاف الأنهار أو يتم جلب المياه إليها عن طريق ساقية، ومدينة تلمسان كغيرها من المدن الإسلامية احتوت على العديد منها.

الكلمات المفتاحية: الأرحية المائية؛ طحن الغلال؛ تلمسان؛ الحضارة الزيانية؛ عمارة مائية.

Abstract :

Food grinding is considered as one of the most important nutritive industries, and for that reason the human being used since long time ago the power of the falling water. To move the millstone to grind the grains and thus making wheat and barley and other nutritive materials that should be made. Due to the importance of this production, each city or village have got its own grinding stations. There were many kinds of mills including manual ones that's use a wheel which moved by animals, and windmill that's principally use the wind forces beside watermills which are the main subject of our studies. Watermills are mainly established on the river banks to take the necessary energy from its water course or from an artificial water course which should be made essentially to feed it. Tlemcen city like all other Islamic cities has contained many watermills at that time

Keywords: watermills ; food grinding; Tlemcen; zianid civilization; aquatic architecture.

المؤلف المرسل: عطار محمد، الإيميل: mohammedarcho13@gmail.com

تعددت أنواع الرحي كاليدوية التي تدار بواسطة دولاب تديره الحيوانات والهوائية التي تعتمد على قوة الرياح والأرحية المائية التي نحن بصدد دراستها، حيث أن هذه الأخيرة تقام على ضفاف الأنهار أو يتم جلب المياه إليها عن طريق ساقية، ومدينة تلمسان كغيرها من المدن الإسلامية احتوت على العديد من الطاحونات التي صرحت بها المصادر الجغرافية، حيث أن الحسن الوزان يذكر بعضها في وصفه للمدينة قائلا: "...وعلى بعد نحو ثلاثة أميال شرق المدينة ترى عدة أرحية لطحن القمح على نهر يدعى "سفسف"، وترى أخرى قرب المدينة على منحدرات رأس القلعة إلى جهة الجنوب" (الحسن الوزان، 1983، ص20)، ونجد إشارة أخرى إلى طواحين نهر الصفصيف عند البكري في قوله: "وأنهار عليها الطواحين" (البكري، ص76)، وعند الإدريسي أيضا في قوله: "عليها أرحاء كثيرة" (الإدريسي، 1983، ص80).

إذن فهذه الإشارات العابرة تدلنا على موضعين للطاحونات الأول شرق المدينة على نهر الصفصيف كما صرحت به المصادر، والثاني جنوب المدينة على منحدرات رأس القلعة، فمن خلال ما وصلنا من معلومات تاريخية طرحنا عدة تساؤلات يمكن صياغتها في الإشكالية التالية: ماهو النوع الذي اعتمد عليه معماريو الحاضرة الزيرية وعلى أي أساس تم اختياره، وإلى أي مدى ساهمت هذه الأرحية في تطور المدينة؟ وللإجابة على هذه الإشكالية قمنا بالاعتماد على المنهج التاريخي المعتمد على البحث عن الوثيقة التاريخية وتحري مصداقيتها، والمنهج الوصفي من خلال المعاينة الميدانية للمعالم المدروسة ووصفها والقيام بأعمال الرفع المعماري والصور الفوتوغرافية، بالإضافة إلى المنهج الاستدلالي القائم على التحليل والاستنباط والمقارنة.

لمعالجة هذا الموضوع قمنا أولا بالتطرق إلى الطواحين المائية بصفة عامة من حيث تاريخ ظهورها وأنواعها وتقنيات عملها لنقوم فيما بعد بدراسة طواحين المدينة ميدانيا واستنباط أنواعها وطريقة عملها، لنختم عملنا هذا بخاتمة أوردنا فيها أهم النتائج المتوصل إليها من خلال هذه الدراسة.

عنوان المقال: الأرحية المائية بتلمسان

2- تاريخ ظهورها واستعمالها:

أما عن ظهورها وأول استعمال لها فقد تعددت الآراء بشأن تحديد الزمان والمكان الذي تبلورت فيه تقنية استخدام الطاقة المائية لأول مرة، والاختلافات بهذا الشأن استندت إلى أسس من الاكتشافات الأثرية والمصادر الأدبية، حيث أن العالم أفيتسور "Avitsur" يعتقد أن العجلات المائية طورت لأول مرة في الشرق الأوسط ضمن الحدود الجغرافية القديمة لفلسطين وفينيقيًا وسوريا، حيث شمل بتعبير العجلات المائية جميع أنواع استغلال الطاقة المائية بواسطة العجلات ويخص المنطقة ضمن هذا التعميم بالعجلة المائية الأفقية المستغلة في إدارة الطواحين المائية بصفة خاصة، حيث أن أول ذكر لها في اليونان على لسان الشاعر أنتيباتر "Antipater" الذي ينسبه أفيتسور إلى "صور" التي ولد فيها ونشأ وترعرع في صيدون (صيدا) خلال القرن الثاني قبل الميلاد، ويؤكد أيضا بأن العجلات المائية الأفقية خضعت للتطوير في فلسطين ولبنان وجنوب سوريا قبل أن تنتقل لتستخدم في اليونان، كما أنه اكتشفت عجلة ماء أفقية مشابهة في الصين أرخت لعام 21 ميلادي، وبصفة عامة فإن بداية السيطرة على القوة المائية تزامن مع بداية الحكم الروماني لمنطقة الشرق حيث أن بعض أوراق البردي من القرن الثاني قبل الميلاد تحدثت عن النواعير أو دواليب الري الآلية في مصر (محمد المكاوي، 1994، ص30).

3- أنواعها وتقنيات عملها:

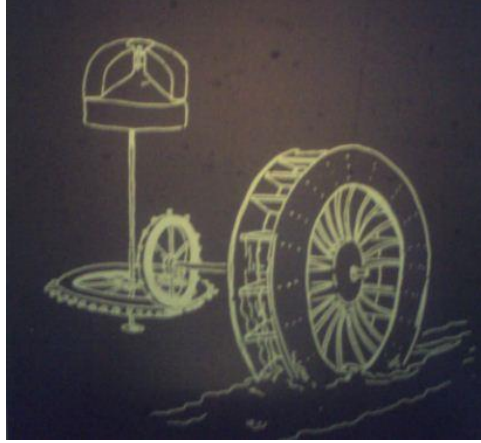
توجد ثلاث أنواع من الطواحين المائية هي:

1.3- الطاحونة العمودية ذات الدفع السفلي:

عجلة تغديفها مثبتة على محور أفقي فوق مجرى الماء (المخطط 01) وتولد طاقتها بشكل كامل تقريبا من سرعة الماء، لذلك فهي تتأثر بالتغيرات الفصلية في منسوب مجرى الماء الذي تركب عليه، بالإضافة إلى ذلك قد ينخفض مستوى منسوب الماء فتبقى المغاديف جزئيا أو كليا خارج الماء، كما أن فعاليتها قد تنخفض بنسبة كبيرة لأن القسم الأكبر من الطاقة يتبدد، وعلى الرغم من كل هذه المساوئ إلا

عطار محمد ، نقادي سيدي محمد

أن هذا الطراز من الطواحين ظل شائعا إبان قرون عديدة وذلك راجع لبساطة صناعته وقلة تكلفته (دونالد ر هيل، 2004، ص 142-144).

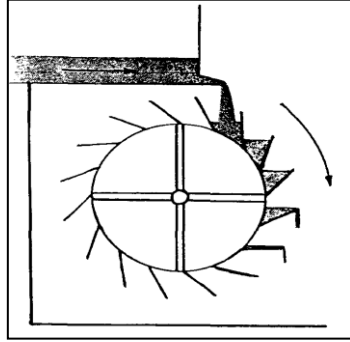


المخطط رقم(01): رسم تخطيطي لطاحونة عمودية ذات دفع سفلي
(kheira Gentouri, 1989-1990, p99)

2.3- الطاحونة العمودية ذات الدفع العلوي:

هذا الطراز هو أيضا عمودي على محور أفقي، وإطاره مقسم إلى حجلات تشبه الدلاء أو القواديس تتم تغذيتها بالماء من فوق وعادة يأتي الماء من قناة اصطناعية، كفاءة هذا الطراز يمكن أن تكون عالية ربما تصل إلى ثلاثة أضعاف كفاءة عجلة الدفع السفلي شريطة أن ينصب ماء القناة كله على المغاديف وأن لا يحصل أي هدر، لكن تكاليف إنشائها يمكن أن تكون أعلى بكثير (المخطط 02) (ريجيس مورون ، 2005، ص 997-1000).

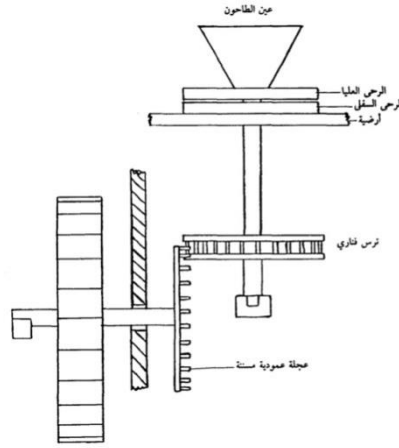
عنوان المقال: الأرحية المائية بتلمسان



المخطط رقم(02): رسم تخطيطي لطاحونة عمودية ذات دفع علوي
(ريجيس مورون ، 2005، ص998)

يتطلب هذان الطرازان من العجلات العمودية مسننين لنقل القدرة أو الحركة إلى حجر الطاحونة، تثبت عجلة مسننة عمودية على أحد طرفي محور العجلة داخل بيت الطاحونة وتشبك (تعشق) مع ترس مسنن يمر محوره العمودي عبر أرضية الطاحنة، وعبر حجر الرحى السفلي الثابت، والمحور مثبت في حجر الرحى العلوي المتحرك، ويتم إدخال الحبوب من تجويف الحجر العلوي انطلاقا من عين الطاحونة (المخطط03) (دونالد ر هيل، 2004، ص142-144).

عطار محمد ، نقادي سيدي محمد

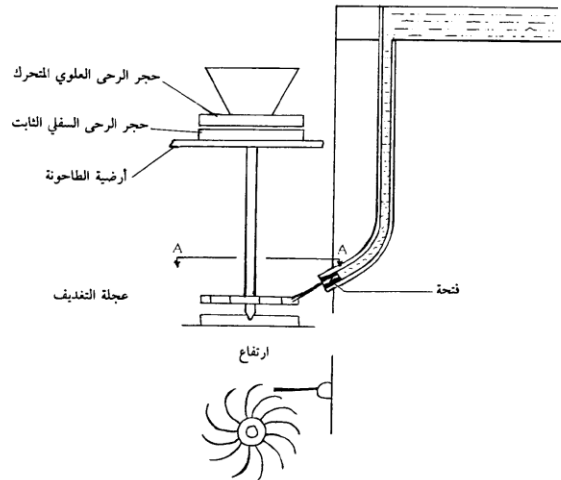


المخطط رقم (03): مسننات الطاحونة العمودية-طاحونة فيتروفية
(ريجيس مورون ، 2005 ، ص 999)

3.3- الطاحونة الأفقية:

هي عبارة عن دولاب أفقي يمكن تصنيفه إلى نوعين:

النوع الأول عبارة عن عجلة بمغاديف مقوسة أو مائلة على شكل مراوح مركبة في الطرف الأسفل من محور عمودي حيث يوجه الماء من فتحة موجودة في قاع برج المياه نحو المغاديف (المراوح)، وبذلك يكون سريان الماء مماسيا وشعاعيا (المخطط 04) (دونالد ر هيل، 2004، ص 144).

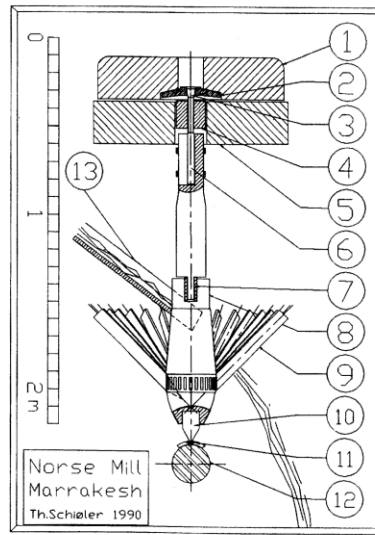


عنوان المقال: الأرحية المائية بتلمسان

المخطط رقم (04): الطاحونة الأفقية

(ريجيس مورون ، 2005 ، ص1000)

أما النوع الثاني من هذا النموذج فيتم بإحداث قطع بطول أنصاف أقطار قرص معدني، ثم لي القطع لتكوين ريش(مراوح) منحنية تشبه كثيرا تلك الموجودة في مروحة هوائية حديثة، هذه العجلة تثبت أيضا في الطرف السفلي للمحور الرأسي، وتركب داخل أسطوانة ينصب فيها الماء على التتابع من مستوى أعلى فيدير العجلة أساسا بتأثير الانسياب المحوري (المخطط 05) (ريجيس مورون ، 2005 ، ص997-1000).



الشكل ٦ - ١٤ (١): طاحونة مراکش

- ١- حجر دوار ذو عين، لإعداد الجيوب.
- ٢- حامل حديدي مثبت في الرخى عبر العين.
- ٣- الجزء المسطح من محور الدوران المتصل بالحامل الحديدي.
- ٤- مركز العنق.
- ٥- قرص الرخى (الكفة السفلى لحجري الرخى).
- ٦- وصلة في محور الدوران.
- ٧- ريش توربين.
- ٨- قبة للمحور الدوار.
- ٩- ريش توربين.
- ١٠- محور ارتكاز من الحديد.
- ١١- كرسي حديدي.
- ١٢- مقطع العارضة.
- ١٣- قناة خشبية مائلة لتوجيه الماء نحو المراوح.

المخطط رقم (05): رسم تخطيطي مفصل لطاحونة أفقية

(دونالد ر هيل ، 2004 ، ص144)

عطار محمد ، نقادي سيدي محمد

وعن تقنية عملها فيتم تزويد الطاحونة بالماء بواسطة قنوات مائية تكون مبنية بالتراب أو الحجارة توصل الماء إلى جسر الطاحونة بشكل مباشر من مجرى الوادي أو النبع، ولا أهمية لمدى صلاحية الماء للشرب إذ أن الماء يكون بمعزل عن المادة المطحونة، يتكون البناء بشكل عام من غرفة الطحن التي تعلو غرفة الدولاب، وخلف غرفة الطحن يوجد البرج الذي يحتوي على تجويف (بئر) شبه مخروطي رأسه للأسفل ويكون متصلا بقناة الطاحونة (محمد الملكاوي، 1994، ص47).

1.3.3- أجزاء الطاحونة (الأفقية) :

قناة الماء :

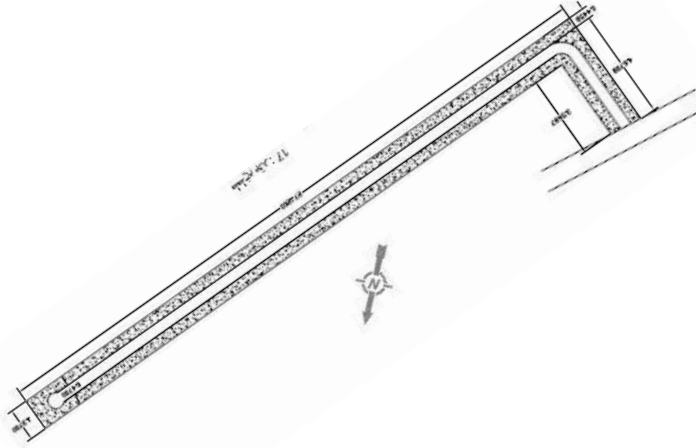
هي الشريان الرئيسي للطاحونة التي تزودها بالماء من خلال فرع من مجرى مائي عبر قناة أو ساقية سواء مصنوعة من التراب أو الحجارة (اللوحة 01 والمخطط 06).



اللوحة رقم (01): ساقية الماء التي تزود الطاحونة

(من إعداد الباحث)

عنوان المقال: الأرحية المائية بتلمسان



المخطط رقم (06): ساقية الماء للطاحونة

من إعداد الباحث

قناة الطاحونة :

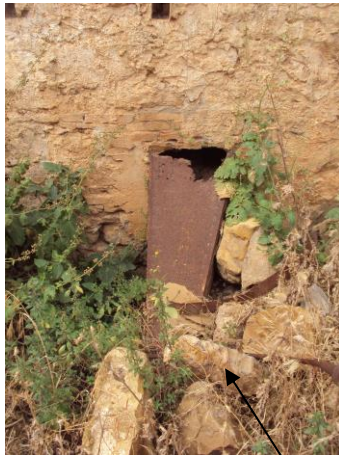
عطار محمد ، نقادي سيدي محمد

تكون متصلة من طرفها الأول بقناة الماء القادمة من مجرى الماء الرئيسي، وهي مرفوعة على جسر أو جدار مصمت من الحجارة أو الطابية، وهذا الجسر يكون واسع القاعدة يضيق في الأعلى، وقناة الطاحونة تميل قليلا لتسريع حركة اندفاع الماء إلى التجويف العمودي أو ما يطلق عليه إسم البئر على مستوى البرج (محمد الملكاوي، ص48، بتصرف). (اللوحة02).



البئر

غرفة الدولاب



الحوض

البرج



عنوان المقال: الأرحية المائية بتلمسان

اللوحة رقم (02): أجزاء الطاحونة الأفقية (واد الصفصيف)
(من إعداد الباحث)

البرج:

يقع على الطرف الأخير لقناة الطاحونة المحمولة على الجدار أو الجسر ويحتوي على بئر الماء المخروطي الشكل، وهذا النوع وجد في طواحين واد الصفصيف التي سيأتي التفصيل فيها لاحقا، أما في حالة عدم وجود البئر فإن هذا يشير إلى وفرة في القدرة المائية أو قد يتلاءم مع الوضع الجيولوجي ووجود مساقط مائية قوية، وقد تشير أيضا إلى صغر الحجم وقلة كمية المادة المطحونة، كما هو عليه الحال في طاحونات القلعة التي سيأتي التفصيل فيها لاحقا (محمد الملكاوي، 1994، ص 49، بتصرف) (اللوحة 02)

غرفة الدولااب:

تقع أسفل غرفة الطحن ملاصقة لبرج الماء وهي غرفة رباعية أو دائرية الشكل مسقوفة بقبة نصف دائري يخرج منه ماء الذي ينزل عموديا عبر التجويف المخروطي (البئر) على لوح خشبي ضخيم يسمى "الزمام" ليوجه الماء على عجلة الطاحونة بشكل مباشر للإفادة ما أمكن من قدرة كل قطرة ماء، وأمام فوهة الزمام هذا توجد قطعة ضخمة من الخشب القوي تسمى "دف المربط" التي ثبت في أحد طرفيها عمود خشبي طويل ينتهي في غرفة الطحن، ويوضع هذا اللوح على مستوى أفقي تحت ضغط الماء

عطار محمد ، نقادي سيدي محمد

ولكي يحول بينه وبين الفراش (الأرضية) فإنه يسند على قطعة خشبية طويلة اسمها الفرس وتكمن أهمية "دف المرتبط" في إيقاف وتشغيل الطاحونة (محمد الملكاوي، 1994، ص49، بتصرف) (اللوحة02)

حجرا الطحن:

ينتهي العمود المحوري عبر الحجر السفلي مع الحجر العلوي حيث تكون الطاقة المائية قد تحولت إلى طاقة حركية فعبر الحجر السفلي يخرج العمود المحوري من ثقب ضيق حسب قطر العمود، وأما في الحجر العلوي فتتسع هذه الفتحة لتمكن من نزول القمح فيها، وعلى السطح العلوي للحجر الدوار تعترض حلق الحجر قناة يتم فيها وضع قطعة معدنية مثقوبة من وسطها تكون على النهاية العلوية للمحور، إذ يحكم بها ربط المحور بالحجر العلوي، حجرا الطحن يكونان بشكل دائري مسطح ويكون كل سطح من الأوجه الداخلية منقور بشكل تحزيزات شعاعية أو نصف دائرية لتسهيل طحن القمح، والتي تنظف في فترات منتظمة للحفاظ على درجة الطحن المطلوبة، أي أن الحجر العلوي هو الدوار و الحجر السفلي ثابت عن الحركة، ليشكل بذلك معبرا للعمود المحوري وأرضية خاصة للحبوب أثناء الطحن (محمد الملكاوي، ص51، بتصرف).

الحوض:

هو عبارة عن شكل دائري يحيط بحجري الطحن ليستقر به الطحين الخارج من حجري الطحن، وهو مصنوع من المعدن أو الخشب أو أن يكون بشكل تجويف في أرضية الطاحونة مغطى بطبقة من الكلس (محمد الملكاوي، 1994، ص52، بتصرف) (اللوحة02)

الدلو:

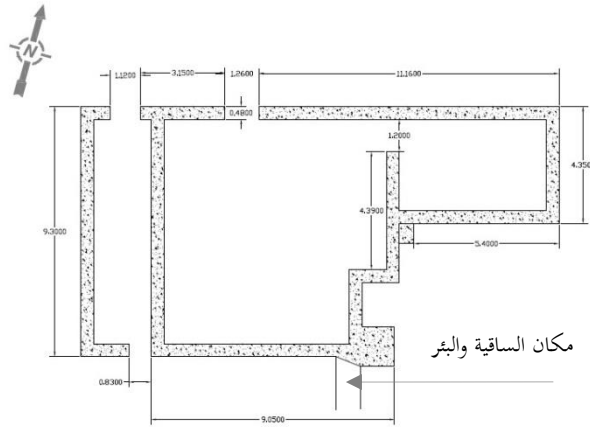
هو الجزء الذي توضع فيه المادة المراد طحنها لتنزل إلى حلق الحجر العلوي الدوار و الذي أعد ليتسع لكمية كبيرة من الحبوب، ويكون الدلو مثبت على سقف غرفة الطحن فوق الحجر ويخرج من نهايته السفلية قضيب خشبي مجوف مهمته إيصال الحبوب إلى حلق الحجر الدوار مباشرة (محمد الملكاوي، 1994، ص52، بتصرف).

عنوان المقال: الأرحية المائية بتلمسان

4- الطواحين المائية بتلمسان:

1.4- طواحين واد الصفصيف:

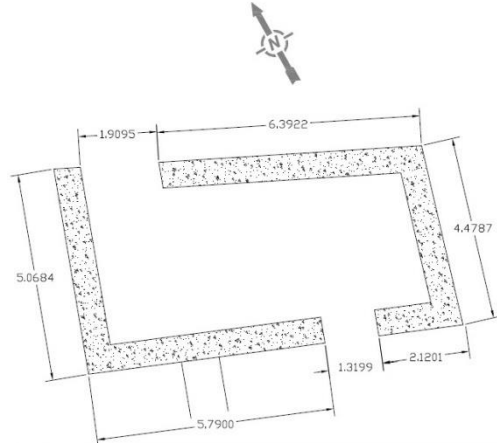
جاء ذكرها في جل المصادر التاريخية والجغرافية التي تكلمت عن المدينة، وأثناء قيامنا بالبحث والتقصي عنها ميدانيا، وجدنا ثلاثة منها بالضبط على ساقية النصراني المذكورة آنفا والتي هي جزء من واد الصفصيف، هذه الطواحين لا تزال قائمة البناء وواضحة الملامح إلى حد كبير فالأولى منها إذا بدأنا عددها من أسفل الجبل الموجودة عليه والتي يطلق عليها السكان اسم طاحونة "المسيقي" وهي تسمية قديمة تناقلتها الأجيال، ربما نسبة لصاحب الطاحونة أو لمن كانت موكلة له مهمة تسييرها والإشراف عليها، تعتبر هذه الأخيرة هي الأكبر حجما والأكثر محافظة ووضوحا من حيث مكوناتها المعمارية رغم بعض الإضافات والتعديلات التي طرأت عليها والتي سيأتي التفصيل فيها في حينه وموضعه، أما بالنسبة لنوع هذه الطاحونة و طرازها ومكوناتها، فبعد الدراسة السابقة لأنواع الطواحين التي كانت منتشرة بالعالم الإسلامي في ذلك الوقت، وبعدها دراسة هذه الطاحونة والقيام بالرفع المعماري لأجزائها المتبقية ووضع مخطط لها تبين لنا من خلال ذلك أنها من نوع الطواحين الأفقية وذلك لعدة اعتبارات أهمها احتوائها على تجويف مخروطي (البئر) في البرج متصل بساقية الطاحونة ليتم من خلاله نزول الماء بشكل عمودي لتدوير الدولاب وكذا وجود آثار لغرفة الدولاب (المخططات 07، 08 و 09 واللوحات 03، 04)



عطار محمد ، نقادي سيدي محمد

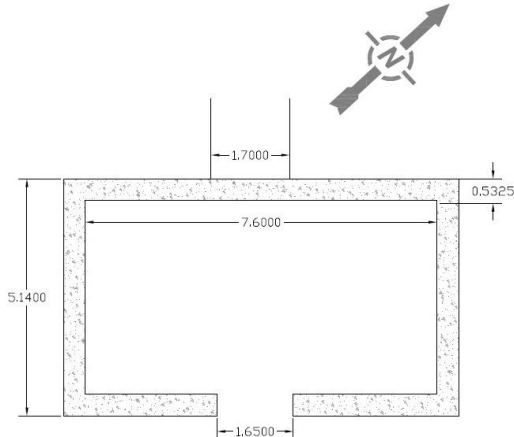
المخطط رقم(07): الرحي رقم 01 من أرحية واد الصفصيف (طاحونة المسيفي)

من إعداد الباحث



المخطط رقم(08): الرحي رقم 02 من أرحية واد الصفصيف

من إعداد الباحث



عنوان المقال: الأرحية المائية بتلمسان

المخطط رقم (09): الرحي رقم 03 من أرحية واد الصفصيف

من إعداد الباحث



عطار محمد ، نقادي سيدي محمد

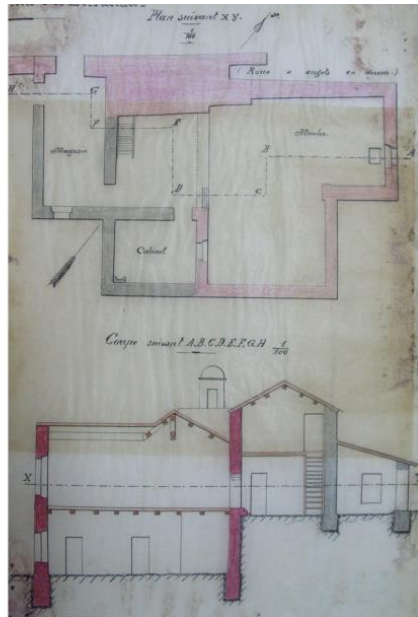
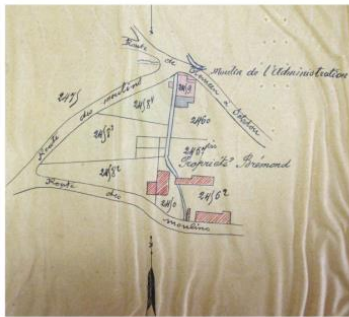
اللوحة رقم (04): الرحي رقم 02 و 03 من أرحية واد الصفصيف

من إعداد الباحث

هذه الطواحين الثلاث متشابهة تماما من حيث النوع والشكل ولا وجود لاختلاف بينها إلا فيما عدا الحجم فطاحونة المسيفي كما ذكرنا أكبرها حجما.

2.4- أرحية رأس القلعة:

تقع هذه الطاحونات على الساقية الرئيسية التي تزود مدينة المنصورة المرينية بالماء حيث تنبع من هضبة لالة ستي كما ذكرنا آنفا، تحديدا مقابلة لباب التحصين الجنوبي للمدينة، وهي عبارة عن جدار ضخيم يحمل في أعلاه ساقية تقوم بتدوير الدولاب لتشغيل الأرحية (المخطط 10 واللوحة 05 و 06).

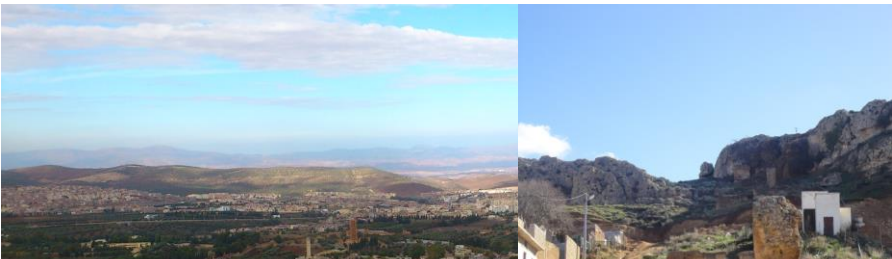


عنوان المقال: الأرحية المائية بتلمسان

المخطط رقم (10): رسم تخطيطي مفصل لإحدى طاحونات القلعة
(أرشفيف وزارة الحربية الفرنسية بـ "فانسان"، علبة رقم (1H766 – n° 142))



اللوحة رقم (05): رحي من أرحية رأس القلعة
(أرشفيف وزارة الحربية الفرنسية بـ "فانسان"، علبة رقم (1H766 – n° 142))



اللوحة رقم(06): منظر عام لأرحية رأس القلعة
من إعداد الباحث

لقد استغل معماريو تلك الفترة شدة الانحدار من هضبة لالة ستي إلى المدينة واستغلوه لإنشاء هذه الأرحية حيث أن شدة الانحدار وقوة تدفق الماء ساعدا على إنشاء عدد من الأرحية المتسلسلة مع بعضها البعض، أما عن طرازها فحسب ما خلصت إليه دراستنا فهي طواحين ذات الدفع العلوي وهذا لعدم احتوائها على التجويف المخروطي الموجود في الطواحين الأفقية وكذا لطبيعة التضاريس المشيدة عليها حيث أنها مشيدة على منحدر كبير جدا و بالتالي يزيد من سرعة تدفق الماء.

5- الخاتمة:

شكلت هذه الطواحين عدة وظائف مما جعلها تشمل جل القطاعات الحيوية للمجتمع، حيث تنوعت مهامها بين الاجتماعي والاقتصادي وفي بعض الأحيان يمتد الأمر إلى الجانب السياسي، لم تكتف بطحن الغلال للأهالي فحسب بل تعدته إلى الترفيه والترفيه، ونلاحظ أن تلمسان جمعت نوعين أساسيين من الأرحية المائية وتوفرت على عدد معتبر منها، وهذا إن يدل على شئ فإنه يدل على تطور الفكر والصناعة وال عمران من جهة كما أن العدد المعتبر منها بالمدينة له دلالة على أن المدينة كانت بها كثافة سكانية معتبرة كما يفسر رغد العيش أو على الأقل العيش الكريم للسكان.

عنوان المقال: الأرحية المائية بتلمسان

6. قائمة المراجع:

- 01) أرشيف وزارة الحربية الفرنسية بـ "فانسان"، علبة رقم (H766 – n° 1421)
- 02) أبو عبيد عبد الله بن عبد العزيز بن محمد بن أيوب بن عمرو البكري (المتوفى 1094م)، المغرب في ذكر بلاد إفريقية و المغرب (المسالك و الممالك)، دار الكتاب الإسلامي، القاهرة.
- 03) أبو عبد الله محمد بن محمد الإدريسي (المتوفى 1160م)، (1983)، المغرب العربي من كتاب نزهة المشتاق في اختراق الآفاق، تر: محمد حاج صادق الديوان الوطني للمنشورات الجامعية، الجزائر.
- 04) الحسن بن محمد الوزان الفاسي والمشهور بليون الإفريقي (المتوفى 1554م)، (1983)، وصف إفريقيا، تر: محمد حجي و محمد الأخضر، ج2، ط2، دار الغرب الإسلامي، بيروت لبنان.
- 05) دونالد ر هيل، (2004)، العلوم والهندسة في الحضارة الإسلامية، تر: أحمد فؤاد باشا، عالم المعرفة، الكويت.
- 06) محمد صدوق محمد حسن الملكاوي، (1994)، الطواحين المائية في وادي كفرنجة في العصر المملوكي المتأخر ومستهل العصر العثماني (دراسة تقنية)، رسالة لنيل درجة الماجستير تخصص آثار إسلامية، معهد الآثار والانثروبولوجيا، جامعة اليرموك.
- 07) رشدي راشد و ريجيس مورون، (2005)، موسوعة تاريخ العلوم العربية، ط2، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت.
- 08) kheira Gentouri, (1989–1990), le moulin hydraulique de Fès, thèse de doctorat de l'université paris 1.