INTERNATIONAL JOURNAL OF

ADVANCED STUDIES IN WORLD ARCHAEOLOGY

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

The Development of the Wooden Chariots Industry in Egypt throughout History

Dr. Eman Mohamed Nabil

Director-General of the Restoration Department, Royal Chariots Museum, Boulaq

Abstract

Wooden carts are unique artifacts in terms of manufacturing technique and raw materials. The present paper explores the development of manufacturing wooden Chariots throughout history and the attempts before manufacturing wooden carts in Egypt and the ancient world. Later, the art of making wooden wheels appeared and developed from circle wheels cut directly from the stems of trees, solid wheels, then toroidal wheels. After that, wheels were assembled from more than one wooden piece using wooden interleaves and leather belts. The paper also studies the techniques of manufacturing the cart's structure, components, and assembly methods. It explores the most important interleaves, the role of leather in the assembly of the components, the development of design throughout history to fulfill their purposes while maintaining the essential components, known as craft inheritance, decoration methods and styles, as well as using materials to enrich the Chariots, especially those of the kings and the elite. Furthermore, it studies the proportions of wooden carts' parts, materials used in decoration, different assembly methods, and developing the cabin to provide comfort according to the carts' role in political or social life.

Keywords: Wooden Chariots, wheels, leather, wooden interleaves, crafting, gilding

INTERNATIONAL JOURNAL OF

ADVANCED STUDIES IN WORLD ARCHAEOLOGY

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

مقدمة تاريخية

تشير الدلائل الأولى أن أول ظهور للعربات الخشبية فى بلاد ما بين النهرين ثم إنتشرت إلى باقى البلاد فى حوالى سنة 3000ق.م .لم يتبقى إلا القليل والنادر الذى كان يدفن بمقابر الملوك. ومن المحتمل أن العجلات الأولى التي تم توثيقها في مصر القديمة مرتبطة ليس بمركبة نقل ولكن بمعدات حربية. حيث ظهر على جدران قبر كيمست في سقارة (الأسرة الخامسة) ، زوج من العجلات في مشهد يصور مدينة تعرضت للهجوم بمساعدة سلم حصار على عجلتين قرصيتين [1]، وقد ظهر إستعمال العربات ذات العجلات في مصر في وقت مبكر جدا قبل الميلاد بأكثر من قرن والدليل على ذلك عربة توت عنخ امون وعربات رمسيس الثاني واحمس ونفرتاري الحربية، وقد يكون حصل المصرى القديم على العربة عندما شن ملوك طيبة من الأسرة السابعة عشر هجمات ضد الهكسوس لطردهم من دلتا مصر في نهاية الفترة الانتقالية الثانية ، حوالي 1650-1549 قبل الميلاد[2]. كما أن أقدم دليل لإستخدام المصرى القديم العربة الخشبية في الواقع دليل نصي ، ووجد في نقش السيرة الذاتية لأحمس حيث كتب `` اتباع عربة جلالة الملك " وفي عهد الملك أحمس توجد أجزاء من مشاهد المعارك من معبد أحمس في أبيدوس ، ولكن ليس من الواضح من شظايا خيول العربات ذات اللجام ما إذا كانت العربات تنتمي إلى الهكسوس أم المصريين. حيث يتفاخر بأخذ عربات من الهكسوس في النص الموجود على لوحته الثانية[3]. وقد سبقت مراحل صناعة العربات الخشبية العديد من المحاولات التى كانت تمثل الشكل المبكر لصناعة العربات بدون عجل تجر بواسطة الحيوانات والأشخاص[4]. غير أن المفهوم الصحيح بالعربة الخشبية هو ما يحمل على عجل[5]، وتعد العجلة أهم إختراع ميكانيكى على الإطلاق فى كل العصور وكان لاستخدامها مع العربات تأثير كبير فى تغير أساليب النقل[6].

ويتم تجهيز "العربات" بعجلتين أو ثلاثة أو أربع عجلات وذلك يرجع لوظيفة العربة .عربة لنقل البضائع أو الأشخاص أو للحروب[7]. وقد إرتبط تطور صناعة العربة الخشبية بتطور تكنيك صناعة العجل لذلك عند دراسة فن صناعة العربات الخشبية لابد من دراسة مراحل تطور العجلات عبر العصور التاريخية وبالتالى تطور العربات الخشبية.

[1] **Heathcote H. L:** Wheels, Ancient and Modern and their Manufacture Journal of the Royal Society of Arts Vol. 59, No. 3046, pp. 515-535, 1911

[2] **Anthony D.W. and et al:** Vinogradovite Birth of the Chariot Archaeology Vol. 48, No. 2, pp. 36-41, 1995.

[3] **Littauer M. A. and et al:** Crowe Earliest Known Three-Dimensional Evidence for Spoked Wheels American Journal of Archaeology Vol. 90, No. 4, pp. 395-398, 1986.

[4] **Dimarogonas, A.D:** History of Technology I, II, Macedonian Publications, Athens, 2001.

[5] **Anthony D.W. and et.al:** Vinogradov Birth of the Chariot Archaeology Vol. 48, No. 2, pp. 36-41, 1995.

[6] **Littauer M. A. and et .al:** Crouwe Earliest Known Three-Dimensional Evidence for Spoked Wheels American Journal of Archaeology Vol. 90, No. 4, pp. 395-398, 1986.

[7] **Thomas G. Chondros and e.al:** The Evolution of the Double-horse Chariots From the Bronze Age to the Hellenistic Times. FME Transactions Vol.44.2016

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ADVANCED STUDIES IN WORLD ARCHAEOLOGY
ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

المصطلحات المختلفة للعربات الخشبية

ظهرت العديد من المصطلحات للعربات الخشبية كلها مرتبط بالصفة الوظيفية للعربة فظهرت قديماً عربات المزرعة وكانت تستخدم فى الأغراض الزراعية وعربات النقل التى استخدمت فى نقل الأحمال وعربة الصيد التى استخدمت فى الصيد وعربة النقل والرحلات التى استخدمت فى نقل الأفراد والعربة الحربية التى استخدمت فى الحروب أما فى العصر الحديث فقد ظهرت مسميات مختلفة جديدة للعربة بل ونسبت لمالك العربة. ويضم متحف الركبائب الملكية فى بولاق العديد من هذه النماذج التى أطلق عليها جميعا لفظ العربات الملكية نسبة لملوك الأسرة العلوية وإذا درسنا كل عربة على حدى نجد لكل عربة مسمى مرتبط بوظيفتها ومنها عربة النزهة وعربة العفش وعربة البريد وعربة نقل الموتى وعربة المراسلات وعربة الإحتفالات وكلها اسماء مرتبطة بالصفة الوظيفية للعرب والأصل لها العربات الخشبية حيث كان بدن العربة وعجلاتها من الخشب وأدخل عليه بعض المواد والخامات وكلها لغرض الزينة وتوفير سبل الراحة بالعربة.

المحاولات الأولى لصناعة العربات الخشبية

هناك العديد من المحاولات التى سبقت صناعة العربات الخشبية إلا أنها جميعها لا يمكن القول أنها تمثل صورة من صور العربة حيث أن المفهوم الصحيح للعربات الخشبية هو كل ما يحمل على عجل وما عدى ذلك يعد محاولات تمهيدية لصناعة العربات الخشبية ومنها، **الزحافات** وقد استخدمت قديما فى مناطق مختلفة من الشرق الأدنى كوسيلة لنقل الكتل الضخمة حيث كانت تمثل الشكل المبكر للعربات من حيث الوظيفة فقط ويتم تصنيعها من تجميع عدد من الألواح الخشبية باستخدام التعاشيق المختلفة[8] صورة رقم(1-أ).

وقد استخدمت على نطاق واسع لتسهيل عملية حمل الكتل الضخمة وفى البداية كان الإنسان هو من يقوم بعملية الجر للزحافة ثم تطور الفكر البشرى ليصخر الدواب فى عملية الجر واستدعت الحاجة لوجود زوجين من العريش وهو عبارة عن زوج من السيقان الخشبية تربط بواسطة الحبال أعلى الدواب تشبيها بثيران جر المحراث وبذلك تعد أول محاولة لصناعة العربات الخشبية هو مزيج من الزحافات والمحراث ويكون بذلك قد تكون جزئين من أجزاء العربة وهم (العريش والقاعدة الخشبية) صورة (1-ب)[9] كما ظهرت **المحفة** التى تتفق مع العربات الخشبية فى الوظيفة (عملية النقل). ويوجد بالمتحف المصرى محفة تنسب لحتب حورس والدة الملك خوفو صورة(1-ج) وتصنع المحفة عن طريق تجميع الألواح الخشبية مع بعضها البعض باستخدام التعاشيق الخشبية المختلفة إلا أنها أختلفت عن الزحافة فى شكلها العام من حيث تعدد الألواح الخشبية المكونه لها ويمتد منها أربعة سيقان تحمل بها كما توفر بها بعض

[8] **مها مصطفى :** ركائب الخديوي إسماعيل وأسرته من خلال الركائب المحفوظة بمتحف الركائب بالقاهرة(دراسة أثرية حضارية) . رسالة ماجيستير. جامعة القاهرة. كلية الآثار قسم إسلامى 2017

[9] **Galal Ali:** Mechanical Engineering in Ancient Egypt, Part 53: Farming Tools International Journal of Engineering and Techniques - Vol 3 I 4, August 2017

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

أجزاء لم تظهر فى الزحافة كالكرسى والسقف ليهيئ الراحة لمن يحمل بها[10] وبذلك فإن صناعة كلاً من الزحافة والمحفة تتفق مع العربات الخشبية من حيث الوظيفة والأجزاء المكونة لها إلا أنها تفتقد لأهم جزء من أجزاء العربة وهو العجل [11]. وعندما عرف الإنسان كيفية تحول الإحتكاك المنزلق إلى الإحتكاك الدائرى حينها فقط عرفت العربات الخشبية وبدأت المحاولات الأولى لتصنيع العجل وبالتالى صناعة العربات الخشبية بالمفهوم الصحيح[12] .

إختراع العجل ودورها فى صناعة العربات الخشبية:

بداية ظهور العربات الخشبية بالشكل الصحيح مرتبط باختراع العجل. وتشير الدلائل الأولى أن الحضارة البابلية لها الفضل فى معرفة العربات ذات العجل حيث أن أقدم وابسط العربات وجد فى بلاد ما بين النهرين حوالى 3500 ق.م وانتقل منها إلى البلدان الآخرى[13]. وإذا انتقلنا إلى مصر لوجدنا أن قدماء المصرين استخدموا سيقان الأشجار المستديرة فى حمل كتل الأحجار الثقيلة منذ عهد بناة الأهرام كمحاولة أولى لصناعة العجلات [14] وبتطور فن نجارة الأخشاب بدأت تدخل العجلات شكل جديد من التطور.

المحاولات الأولى لصناعة وتشكيل العجل

تم استخدم سيقان الأشجار فى البداية كمحاولة مبكرة لصناعة العجلات لنقل الأحمال الثقيلة حيث كانت تقطع سيقان الأشجار لأجزاء متساوية وتستخدم دون تهذيب وتدحرج أعلى منها الكتل الحجرية فى محاولة لتخفيف الأحمال وبدأت عملية تجميع السيقان باستخدام الحبال فى أول محاولة لظهور فن تجميع الأخشاب صورة (2-أ) [15]

ثم تطورت الفكرة وتطور فن النجارة ليدخل فى مرحلة جديدة من تهذيب جزوع الأشجار والتخلص من القشرة الخارجية فى محاولة لتقليل الإحتكاك بين سطح الأرض وسيقان الأشجار وذلك باستخدام البلطه والقادوم فى إزالة النتوءات المختلفة

[10] **Cotterell A.** Chariot: The Astounding Rise and Fall of the World's First War Machine The Overlook Press, Peter Mayer Publishers Inc. Woodstock & New York, 2005.

[11] **Paipetis S.A.** :The Unknown Technology in Homer History of Mechanism and Machine Science 9, Springer, London, New York, 2010.

[12] **Shaw I.** The Oxford History of Ancient Egypt, Oxford University Press 2000

[13] Lips: The origin of things, London,1966,pp102-104

[14] **ثروت عكاشة:** الفن المصرى - دار المعارف ،القاهرة جـ1،صـ360 -365- 1971

[15] **Croat. j.** Subject review Drivers of Advances in Mechanized Timber Harvesting – a Selective Review of Technological Innovation**.**2017 P.243

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

بعد قطع الفروع والأغصان وللتأكد من إزالة تلك النتوءات ظهرت بعض المناظر على جدران المقابر التي توضح قيام النجار بالتحسس على الأسطح الخشبية للتأكد من استواء السطح وعدم وجود أى نتوءات وأنه قام بإزالتها تماماً يلي ذلك تنعيم سطح سيقان الأشجار باستخدام المحكات التى صنعت من أنواع مختلفة من الأحجار[16].

العجلات المصمته

تطورت أعمال النحت والتشكيل للأخشاب عبر العصور التاريخية هذا الفن القائم على العلم بخصائص المواد وكيفية التعامل معها وهو فن يقوم على دراسة إتجاه الألياف والعدد المستخدمة فى عملية النحت. وقد بلغت مصر درجة عالية من التقدم فى أساليب الحفر والنقش للقطع الخشبية تلك الصنعة التي تحتاج إلى دراية كبيرة بطبيعة الخشب المستخدم وخصائصه فى الحفر وملاحظة التدرج من أسفل الشكل إلى أعلاه وقد استخدم المصري القديم القادوم والأزميل فى تلك العملية حيث اعتمد النجار المصري على القادوم فى قطع وتشكيل وتنعيم القطعة الخشبية أما تفاصيل النحت فقد تمت باستخدام الأزميل فى تنفيذها، أما الصقل فقد استخدمت الصنفرة[17] . وبالوصول إلى صناعة العجلة المصمتة يكون أول بداية حقيقية لظهور العربات الخشبية. وفى البداية ظهرت العجلات المصمته مسطحة وأقدم مثال على ذلك العربات السومرية[18] .

ويتم تجهيز العجلة المصمته بتقطيع سيقات الأخشاب إلى قطع مستديرة ثم نحت كل قطعة لعجلة اسطوانية ينتهى طرفيها بما يشبه السيقان صورة رقم (2-ب) إلا أن صناعة العجلات المصمته من كتلة خشبية واحدة بهذا الشكل لم يؤدى الوظيفة المطلوبة من حيث سرعة الحركة وخفة الوزن وظهر بها العديد من المشاكل مما أدى إلى تطور شكل العجلات المصمتة [19].

الإنتقال من العجلات المصمته إلى العجلة الحلقية.

[16] **Hoffmeier J. K:** Observations on the Evolving Chariot Wheel in the 18th Dynasty Journal of the American Research Center in Egypt, Vol. 13, pp. 43-45, 1976.
[17] **Shaw I.**: The Oxford History of Ancient Egypt, Oxford University Press 2000
[18] **Rossi C., F.** Russo, F. Russo Ancient Engineers' Inventions, Precursors of the Present. – Springer, 2009.
[19] **Loewe M.** and E.L. Shaughnessy Editors The Cambridge History of Ancient China-From the Origins of Civilization to 221 B.C. Cambridge University Press, 1999

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

واجهت العجلات المصمتة العديد من المشاكل مما أدى إلى محاولت تطوير فكرة العجلات من الشكل المصمت المنحوت من كتلة واحدة إلى الشكل الإسطوانى (الحلقى) المقطع من سيقان الأشجار. وفى البداية كانت تقطع سيقان الأشجار ذات الأقطار الكبيرة إلى حلقات مستديرة يتم تفريغ مركز الحلقة المستديرة ويتم الربط بين كل زوج من العجلات بقضيب خشبي يمر بمركز الحلقتان المستديرتان وأقدم الأمثلة على ذلك حتى الآن عجلة خشبية تم اكتشافها عام 2002 يرجع تاريخها إلى العصر النحاسي سميت عجلة (Ljubljana Marhes) تم العثور عليها على بعد حوالي 20 كيلومترًا جنوب ليوبليانا عاصمة سلوفينيا [20] صورة (2-ج) . وتعد هذه التقنة أول محاولة لتصميم محور العجلة وهو القضيب الخشبي الذى يربط بين مركز العجلات الإسطوانية المفرغة من الوسط. وأول ظهور لتلك العجلات ظهر بربط العجلات بعربات سلم متدرج وبرج حصار مثبتان على عجلات ثم ظهر فى المركبات الجنائزية ثم العربات الخشبية صورة (3-أ-ب-ج)[21] إلا أن تصميم العجلة من قرص خشبيى واحد مفرغ من الوسط أدى إلى توزيع ضغط الحمل أعلى نقطة الإرتكاز مما عرض تلك النوعية من العجلات إلى الشروخ العميقة التى تؤدى إلى كسر بالعجلات كما أن هذا الشكل من العجلات يحتاج إلى أشجار ضخمة وهو ما كانت تفتقر إليه بعض البلدان التى ظهرت بها العربات الخشبية لذلك بدأ التفكير فى تطوير شكل العجلات لتتحمل الأحمال المختلفة.

دور التعاشيق الخشبية فى تطور شكل العجلات الخشبية

[20] **Paipetis S.A.** : Op.Ct.P79 .
[21] **Child, V. G:** Rotary Motion Ahistory of Technology, Vol 1, Oxford 1958, P. 210

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

كان لأهمية العربات الخشبية فى الحياة القديمة عامل مهم فى البحث والدراسة والتفكير المنطقى لإستخدام اسلوب تصنيع يضمن بقاء وإستمرار العجلات الخشبية ومقاومتها للظروف البيئية والتغلب على المشاكل التى يواجها الصانع من حيث الإفتقار إلى الأشجار ذات السيقان الضخمة وعيوب التصنيع التى واجهة العجلات المصمتة والمفرغة من الوسط فظهر فن صناعة العجلات من ثلاث الواح من الخشب شكلت لتأخذ شكل دائرى متصلة معا بواسطة قائمين عرضيين وكانت تصنع عن طريق قطع لوح من مركز الكتلة الخشبية ثم يتم تهزيب الطرفين والتخلص منهم حيث أنهما من الخشب العصارى الطرى ويتم تنصيف اللوح المتبقى إلى نصفين يستخدم أحدهما كلوح وسط للعجلة والنصف الآخر يشكل ليعطى الجزئين الباقيين من العجلة ثم يتم فتح ثقب لعمود المحور فى مركز اللوح الأوسط بحيث يكون دائري صورة رقم (2-د) وقد انتشرت هذه النوعية من العجل وكانت غالباً صغيرة الحجم [22] ومع ظهور فن تجميع القطع الخشبية مع بعضها البعض بدأت تصنع العجلة من ثلاث ألواح خشبية تعشق بواسطة وصلات من الخشب ثم تقطع إلى كتل مستديرة تشكل لتأخذ شكل العجلة. وقد استخدم قدماء المصرين ذات العجل حيث كشفت بعض الرسوم على جدران المعابد صور من هذه العربات[23] وقد تعددت التعاشيق والوصلات الخشبية المستخدمة فى تجميع أجزاء العجلة فى بداية مراح التصنيع وكان أهمها الكوايل الخشبية التى استخدمت فى تجميع وربط الألواح الطولية مع بعضها البعض فى الإتجاه العرضى وتصنع عادة من الأخشاب الصلبة حيث يجب أن تكون على درجة كبيرة من القوة والمتانة للحفاظ على الخواص الإنشائية للأجزاء الموصولة مع بعضها البعض كما يجب أن تكون محكمة التركيب [24].

العجلات المفرغة

على الرغم من أن العجلات المصمته قوية إلى حدا ما إلا أنها كانت عائق فى سرعة وخفت الحركة وتعرضت للعديد من المشاكل فكان لظهور العجلات المفرغة كحل مثالى وبداية حقيقية للعربات الخشبية بالشكل المتعارف عليه الآن وفيما يبدوا أن شكل العجل المفرغ فى بداية ظهوره مقتبص من عجلات صناعة الفخار جيث ظهر أول دليل لدينا على عجلات مفرغة من صنع الإنسان لعجلة فخارية من الطين عثر عليها علماء الآثار في بلاد ما بين النهرين بالقرب من طهران في إيران الحديثة.

كانت عبارة عن "عجلة بطيئة" لصناعة الفخار تتكون من قرص يدور يدويًا بدون محور[25].

[22] **نادية إبر اهيم لقمة** :عالج وصيانة األخشاب المتلفة تطبيقاً على أحد عربات الملك توت عنخ آمون"، دبلوم معادل للماجستير ، قسم الترميم ، كلية اآلثار ، جامعة القاهرة ، 1987صـ 8

[23] Horizon: A history of vehicles, 1820 Vol.1,p.140

[24] **إيمان نبيل:** تكنيك صناعة وتشكيل التوابيت الخشبية فى مصر القديمة. دراسات فى آثار الوطن العربى 21 ، 2020 صـ12

[25] **Heidi Köpp-J** :Wagons and Carts and Their Significance in Ancient Egypt .Journal of Ancient Egyptian Interconnections vol. 9. 2016. Pp. | 14–58

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

العجلة المفرغة هى الدليل الحقيقى على بداية العربات الخشبية بالمفهوم الصحيح وتتميز العجلات المفرغة بالثقوب والفراغات التى لها دور فى الثبات والتوازن كما أن الثقوب تزيد من الوزن الفعلي للعجلة وبصنع عجلات خفيفة الوزن سيجعل العربة تسير بسلاسة أكبر كما أن الثقوب تؤدى إلى إرتكاز الثقل على المحور و تؤدى إلى توزيع وزن العربة بالتساوي جنباً إلى جنب مع الحد الأدنى من وزن العجلة نفسها[26].
وأول ظهور للعربات المفرغة في معبد سيتي الأول في أبيدوس تظهر عربات ذات عجلات بستة برامق في معسكر الجيش للحثيين كما ظهرت عربات ذات عجلات ثنائية القضبان في مقبرة نيب آمون في طيبة وتعددة صور العربات ذات المفرغة ذات البرانق صورة رقم(2-هـ). ويعتقد أن البرانق فى البداية كانت تصنع من تفريغ العجلات المصمته نفسها ليخرج منها البرانق المطلوبة وأحياناً يصنع المحور هو الآخر من ذات العجلة المصمته حيث يتم تجميع العجلة المصمتة من كتلة كبيرة وطويلة ويتم تفريغ وتشكيل البرنق والمحور منها ثم تطور فن صناعة العجلة لتصبح كل جزء منفصل عن الآخر ثم تجمع معاً بواسطة التعاشيق الخشبية والسيور الجلدية أو الشرائط المعدنية[27] وأختلفت طرق صناعة محور العجلة من بلد لآخرى ففى بعض البلاد كانت العجلة تتكون من محور (مدار العجلة) الذى يصنع من قطعة واحدة تشكل عليها أماكن تثبيت البرانق عكس ما حدث فى مصر كان المحور يصنع من أكثر من قطعة. وفى البداية اشتملت العجلة على أربع برانق يتم تثبيتهم فى المحور وإطار العجلة وصنعت البرانق أيضاً من قطعتين من الخشب يتم تجميعهما طولياً، أما إطار العجلة فكان يصنع من عدة أجزاء تشكل معاً لتعطى شكل دائرى تثبت معاً بواسطة التعاشيق الخشبية [28] . ثم صنعت بعد ذلك من عدد أقل من الأجزاء وبتطور فن صناعة الأخشاب صنعت من جزء واحد يحنى ويشكل بواسطة (الحرارة والرطوبة) وتعد هذه العملية من العمليات التي تتطلب فهم شديد لطبيعة الخشب ووجود الآليات الخاصة بتلك المرحلة. وتتم عملية الإنحناء للخشب عن طريق زيادة كثافة الخشب عن طريق التطرية وباستخدام آلات خاصة تساعد فى عملية الإنحناء [29].

والهدف من ذلك هو تحسين الخواص الميكانيكية للخشب يلى ذلك الضغط على الخشب فى الإتجاه العرضى وعلى الرغم من التحسينات التي تطرأ على الخشب والقدرة على التشكيل إلا أنه عندما يتعرض إلى ظروف حرارية أو رطوبة عالية فإنه يسترد خواصه الأولية فيما يعرف بإسم (Shape memory) [30] وتتم عملية التشكيل

[26] **Bradford, Alfred S.** With Arrow, Sword and Spear: A History of Warfare in the Ancient World. Westport, Connecticut: Praeger Publishers, 2001.
[27] **Rossi C., F.**Op.Ct.2009 p44
[28] **Clayton, Peter A.** Chronicle of the Pharaoh's: The Reign by Reign Record of the Rulers and Dynasties of Ancient Egypt. London: Thames and Hudson, 1994.
[29] **-Hill, C :-** Wood modification – Chemical, thermal & other processes. vol 470-02172-1 . (2006).P.p 66-95
[30] **Navi, P. & Girardet, F,:-** Effects of thermo-hydro-mechanical treatment on the structure & properties of wood. *Holzforschung*, *54*(3) (2000).P.p287−293.

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

بالتسخين أعلى حمامات من المعدن المنصهر وفى درجات حراره تتراوح ما بين (140 :320 م°) وتلك العملية تعمل على استقرار الأبعاد أكثر من الترطيب صورة رقم (4) كما أنها تقلل من الإصابة الفطرية والعفن البنى. ولضمان الحفاظ على الشكل المستدير للخشب يتم تطويق وربط الخشب بسيور من الجلد كما هو الحال فى العجلات الحربية لتوت عنخ آمون[31].

تكنيك صناعة العربات الخشبية

كان لظهور العجلات المفرغة عامل مهم فى تخفيف وزن العربات الخشبية بما سمح لها أن تكون منافساً شرسا في السرعة وليونة الحركة، كما أن اختيار الخشب المشكل بإستخدام البخار مع الجلد كمادة رابطة بين أجزاء العجلة وكذلك استخدام الجلد لربط أجزاء العربة المختلفة أعطي العربة ليونة كافية تسمح لها بامتصاص الصدمات أثناء الحركة. وأول ظهور للعربات ظهر فى صورة بسيطة حيث كانت تتكون العربة من ألواح خشبية بسيطة مسطحة ومجمعة بالكوايل الخشبية ويحيط بها إطار خشبي يكون بمسابة الإطار الخارجى الذى يرتكز على محور العجلات. وتعد العربات المصرية القديمة من أكثر العربات تقدما وتطوراً فى تكنيك الصناعة كما أدخل المصرى القديم العديد من الأساليب الفنية التى لم تطبق فى غيرها من العربات فى كل البلدان التى أكتشف بها صناعة العربات الخشبية وإن دل ذلك على شيئ إنما يدل على المهارة الفائقة بصناعة العربات الخشبية عند الصانع المصرى القديم عن غيرة [32] وتتكون العربة الخشبية فى شكلها النهائى من عدة أجزاء رئيسية ثابتة رغم كل التطورات التى ادخلت عليها وهى:-

1) **العجله**

تعد العجله أهم مكونات العربة الخشبية والتى تحمل بدن العربة وقد تم توضيح مراحل تطورها فيما سبق والعجلة فى شكلها النهائى تتكون من عدة أجزاء:

1-1) المحور المركزى للعجلة

وهو عبارة عن إسطوانة خشبية يتم تفريغها **من** الوسط وتتكون إما من كتلة خشبية واحدة يتم تفريغها من منطقة الوسط لتكون بمثابة نقطة الإرتكاز لمحور العجلة وفى هذه الحالة يتم عمل الفراغات بجوانب الكتلة المستديرة لتثبت بها البرانق.

وفى مراحل متقدمة من الصناعة أصبح المحور يتكون من أكثر من قطعة خشبية يتم تجميعها بواسطة التعاشيق الخشبية المختلفة وتعد هذه التقنية هى الأكثر ثباتاً واستقراراً وقد شاع استخدامها فى الدولة الحديثة بمصر القديمة خاصة فى العربات الحربة لتوت عنخ امون[33].

1-2) البرانق

[31] **إيمان نبيل:** دراسة تقنيات وعلاج وصيانة العصى الخشبية المزخرفة تطبيقاً على نموذجين للملك توت عنخ آمون-رسالة ماجيستير -جامعة الفيوم-2015صـ155

[32] **نادية إبر اهيم لقمة:** مرجع سابق صـ 18

[33] **Littauer M. A. and et al:** Op .Ct.P.396.1986.

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

هى عبارة عن قضيب خشبي يتكون من كتلة واحدة من الخشب أو من جزئين يتم تجميعهما طولياً ويتم تثبيت البرنق بمحور العجلة من خلال تفريغ يصنع بالمحور مع تهزيب طرف القضيب بحيث يشكل على شكل لسان يعشق فى الفراغ المخصص له فى المحور ويتحدد عدد البرانق طبقاً لحجم العجلة فكلما زاد حجم العجلة كلما زاد عدد البرانق وقد لجأ الصانع القديم إلى زخرفة البرنق خاصة عندما يتكون من جزئين ليخفى منطقة اللحام عند اتصال البرنق بالمحور باستخدام قلف الخشب.

1-3) الإطار الداخلى للعجلة.

ويتم تشكيل هذا الإطار إما من قطعتين أوثلاث قطع وقد يزيد مع عمل الإنحناء المطلوب فى كل جزء باستخدام الحرارة والرطوبة لليونة الخشب ويتم تثبيت الأجزاء المنفصلة بواسطة التعاشيق الخشبية المختلفة أو عن طريق شطف طرفى الجزئين المجمعين وتعشيقهما معاً وتثبيتهما بواسطة الكوايل الخشبية بحيث تعطى الأجزاء الخشبية فى النهاية عند تثبيتها معا شكل مستدير كما يتم تجهيز نقر نافذة فى الإطار الخشبيى من الداخل بعدد البرانق التى يتم تثبيتها بالعجلة[34].

1-4) الإطار الخارجى للعجلة.

ويحيط بالإطار الداخلى ويعتبر مكمل له ووظيفته الأساسية تدعيم الإطار الداخلى حيث يظهر بسمك واحد كما أنه يخفى أماكن النقر وتثبيت البرانق بالإطار الداخلى. كما أنه يأمن تركيب البرنق بالإطار الداخلى ويتم تثبيتة بالإطار الداخلى باستخدام الكوايل الخشبية المستديرة وفى المراحل المتطورة لصناعة العربات بعجلاتها الخشبية كان يحيط بالإطار الخارجى إطار من الجلد يحيط بمحيط العجلة وبالتالى يعمل على تجميع أجزاء العجلة معاً ووظيفة الإطار الجلدى يعطى قوة ويأمن أجزاء العجلة ويطبق الإطار الجلدى وهو مازل طرى وعند الجفاف يحيط بقوة وإحكام بمحيط العجلة مما يأمن سلامة العجلة عند السير على أرض غير ممهدة كما أنه يمنع أجزاء العجلة الخشبية المعالجة بالبخار والحرارة من الإلتواء والإنكماش بعد الجفاف وبهذا التصميم للعجلة يجعلها خفيفة الوزن ومرنة وأكثر ثباتاً ومقاومة للضغط والقوة الواقعة عليها[35].

2) الدنجل (محور العجلة أو الأكس)

هو المحو الواصل بين العجلتين ويساوى طول العريش ويتكون من قطعة خشب واحدة ذات مقطع دائرى بسمك يتحمل إرتكاز بدن العربة أعلى منه كما يصمم بحيث يسحب طرفيه ليقل فى السمك عن منطقة الوسط ويتصل بمحور العجلة من خلال ثقب نافذ فى نهاية كل طرف مخصص لمفتاح تثبيت العجلات الذى يكون على شكل

[34] **Navi, P. and Girardet, F,:-** Op .Ct **.** P288. 2000.

[35] **نادية لقمة :** مرجع سابق صـ107

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

حرف(L) وتتحرك عليهما العجلات. وفى عصور متقدمة كان الدنجل يزخرف بشرائح من الذهب وقلف الأشجار[36].

3) العريش

العريش يساوى طول الدنجل ويتكون من قطعة خشب واحدة ذات إنحناء عند منطقة إرتكاز قاعدة العربة حتى تعطى استوائية لقاعدة العربة . كما أن منطقة إتصال العريش بالدنجل تتم بتنفيذ ثقوب ببدن العريش بعديداً من المحور حتى لا يضعف من قوته على إعتبار أن المحور أو الدنجل هو الجزء الأساسي فى حمل ثقل العربة فكان التجميع بين الدنجل والعريش إما عن طريق ثقب بالعريش ويتم من خلالة تجميعه مع الدنجل بالسيور الجلدية أو عن طريق تثبيت حلقات نصف دائرية من الخشب حول الدنجل عند منطقة إرتكاز العريش ليجمع العريش مع الدنجل من خلال التعشيق والربط بالسيور الجلدية ووظيفة العريش الجر بواسطة النير وحمل جسم العربة وقد ادخل تعديل فى نهاية الدولة الوسطى فى عمود الجر الذى أصبح يتكون من زوجين من العريش بدلاً من عريش واحد يجر بواسطة حيوان جر[37].

4) هيكل العربة

تطور هيكل العربة عبر العصور التاريخية ليتناسب مع وظائفها المختلفة من الشكل البسيط الذى يتكون من الالواح الخشبية المجمعة لحمل الأثقال والأشخاص دون مراعات النسب التشريحية بين هيكل العربة وأجزءها المختلفة إلى العربات المتطورة والتى تجلت عظمتها بوضوح فى العربات الحربية مثال عربات توت عنخ آمون حيث زاد الإهتمام بتوازن العربة وبهيكل العربة الذى يعد أهم جزء فى المعركة لحماية بدن المحارب وحفظ توازنة أثناء الجرى فى أرض المعركة وظهر الإهتمام بالنسب التشريحية وأصبح هيكل العربة يساوى نصف طول الدنجل والعريش وبهذا التصميم يكون ثقل جسم العربة وكذالك قائدها موزع على العجلات والجياد ليعطى الثبات والإستقرار المطلوب للعربة كما تطور هيكل العربة من الشكل المسطح البسيط الذى يجر بواسطة الثيران والخيول والبغال لحمل الأثقال من مكان إلى مكان إلى تصميم جوانب تحيط بالقاعدة وتحمى الراكب أو البضائع وفى البداية كان هيكل العربة يأخذ الشكل المستطيل أو المربع الذى يحمل على زوج من العجل وفى أحيان آخرى يحمل على ثلاث عجلات أو أربع وبتطور إستخدام العربات الخشبية إختلف شكل هيكل العربة فكان بدن العربة يتكون من قاعدة وهيكل على شكل نصف دائرة مفتوح من الخلف يحمل على عجلتان ويتميز بخفة الوزن والحركة والقاعدة ترتكز على قضبان خشبية تجمع مع محور العربة بواسطة اشرطة من الجلد وفى بعض الأحيان يتم تجميعها بواسطة تعاشيق خشبية تربط بين محور العربة والعريش وقاعدة هيكل العربة. وبتطور العصر وتطور استخدام العربات التى أصبحت أهم عنصر من عناصر النقل والتوصيل للأفراد والبضائع تطور شكل العربات مع بداية العصر

[36] **Spalinger, Anthony J.. War in Ancient Egypt.** Blackwell Publishing, Malden, Massachusetts: 2005. p.8

[37] **Maria Bondar**: Prehistoric innovations: Wheels and wheeled vehicles. Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae 69 (2018) P.p271–298

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

الحديث حيث تعددت استخدام العربات وكانت العربات الخفيفة ذات العجلتين تستخدم فى الإنتقال والرحلات الشخصية بينما العربات ذات الأربع عجلات تستخدم فى نقل الأفراد والبضائع ، كما تتطور شكل هيكل العربة ليشبه الصندوق ويكسى بمجدول الفروع اللينة أو يصنع أحياناً من الواح الخشب. وفى بداية الأمر كان جسم العربة يرتكز مباشرةً على محور العجلة مما أدى إلى إجهاد الراكب[38] وقد ظهر فى القرن الثالث عشر نوع من المركبات المغلقة ذات أربع عجلات وهيكل العربة ذو سقف وباكيات جانبية يكون فيها جسم المركبة(هيكل العربة) معلق بسيور من الجلد أو سلاسل من الشاسية المتصل بمحور العجلة مما يوفر الراحة للراكب أثناء السير صورة رقم(5-أ). كما ظهرت عربات حديثة فى العصر الحديث فى المجر عام 1450 بهيكل مغلق ذو عجلات أربع ومقعدين بالداخل والمقعد الأمامى مرتفع للسائق وشاع إستعملها بين الملوك وعرفت باسم (Kocsi). وصمم هيكل العربة فى هذه العربة على شكل كابينة مغلقة ذات أبواب ونوافذ وكراسى للعربة وأصبح لهيكل العربة سقف يحمى الراكب ونوافذ من الزجاج وتبطن العربة من الداخل بالقماش وقد إنتقات هذه العربات إلى بلدان العالم ومنها مصر.

5) آلة الدوران

ولما كانت العربات تتحرك فى طرق ضيقة تستدعى حركتها يمينا ويساراً ولما كان العريش متصل بجسم العربة فإن العربة تدور بالكامل عند تحريك العريش ومن هنا بدأ التفكير فى إيجاد وسيلة تسمح بحركة العرب فى الممرات الضيقة وعند تغير الإتجاهات فصمم فى البداية قطعة من المعدن تمر أسفل جسم العربة ومحور العجل الأمامى تمكن العجل من حرية الحركة والدوران ثم ابتكروا آلة الدوران صورة رقم (5-ب)وحركة هذه الآلة تعتمد على دائرتين من الصلب تدوران فوق بعضهما البعض على محور ثابت وتتصل إحداهما بالسطح السفلى للعربة وتكون ثابتة وتتصل الثانية بالمحور الأمامى للعجل لتتحكم فى حركة العجل وقد إستدعى ذلك أن تكون العجلات الأمامية أصغر من العجلات الخلفية وقد إنتشر هذا التعديل فى نهاية الدولة الوسطى وواكب هذا التعديل تعديل فى عمود الجر الذى أصبح يتكون من زوجين من العريش[39].

6) مجموعة الجر والسحب

وتشمل "الكاهل" ويصمم بحيث يكون منحني لتثبيت أحزمة الجلد التي تربط العربة برقاب الخيول أو حيوان الجر، وهو أيضا حر الحركة ومثبت في العريش بإستخدام مسمار خشبي ويسمي "النير" ويثبت به سرج الجياد ويتكون النير من ثلاث أجزاء الجزء الأوسط وجزءان طرفيان الأوسط من الخشب المثنى والجزءان الطرفيان أيضاً

[38] Lisa Sabbahy :Chariots in Ancient Egypt: The Tano Chariot, A Case Study (pp.120-149) book Publisher In Sidestone Press.

[39] **lips :**Tne Origin of Things , London, 1966, P.102-104.

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

منحنيان ومقطع الثلاث أجزاء للنير دائرية ويثبت النير بالعريش عن طريق ثقب نافذ بالنير يقابلة ثقب بالعريش يتصل بمفتاح خشبي يربط الجزئين وهناك أيضاً الميزان وهو من المستحدثات التى ظهرت بتطور شكل العربات لحفظ توازن أجزاء السحب بحيوان الجر[40].

طرق وأساليب زخرفة العربات الخشبية.

قديما ظهرت العربات الخشبية بسيطة الصنع وخالية من الزخارف حيث كانت تصنع من ألواح الخشب المجمعة وبتطور استخدام العربات ودخولها كل مراحل الحياة فكان هناك سعى دائم لتجميل وزخرفة العربة لتوفير سبل الراحة لمن يقودها فظهرت عربات نقل الأفراد والبضائع التى أدخل عليها سبل الراحة حيث كانت تغطى بالقماش والجلد ويصنع لها سقف خشبي غاية فى الجمال كما جهزت عربات السفر بسقف من الجلد فوق إطار خشبي وستائر جانبية من سيور الجلد وكان لدخول الجلد بالعربات عنصر زخرفى جديد. كما أن العربات الخشبية المخصصة للملوك كانت غنية بالزخارف حيث استخدم العاج والمرمر، الذهب ، وقلف الخشب ومواد ثمينة أخرى في بعض الأحيان للتزيين ، أو التطعيم كما استخدم إسلوب التصفيح باستخدام رقائق من الذهب ونقش عليها إسم الملك وإنتصاراته كما لوحظ بالعربات الملكية قديما الشارة الملكية التى كانت تشكل على شكل صقر ذهبى يحمل قرص الشمس ويثبت على نهاية العريش[41]. بالإضافة إلى إستخدام طبقات النسيج الذى يعلوها طبقات من الجسو الملونة التى تصور إنتصارات الملوك كما هو الحال فى العربات الحربية للملك توت عنخ آمون بالمتحف المصرى بالتحرير وكذلك العربات الملكية بمتحف الركائب الملكية ببولاق التى تزين بالعديد من المواد والدهانات ذات الألوان المختلفة خاصة فى الشعار الملكى الذى يأخذ ألوان متعددة كما تزين بالحلى المعدنية المختلفة والنسيج ذو الألوان المختلفة الذى استخدم فى تبطين المقاعد الداخلية وستائر العربات صورة (6-7-8)توضح طرق زخرفة نماذج متعددة من العربات.

مناقشة نتائج البحث:

- أول ظهور للعربات الخشبية فى بلاد ما بين النهرين ثم إنتشرت إلى باقى البلاد فى حوالى سنة 3000ق.م وأول ظهور للعجلات الحاملة للعربات في مصر لم يكن مرتبط بمركبة نقل ولكن بمعدات حربية(برج حصار) وأقدم دليل لإستخدام المصرى القديم العربة الخشبية في دليل نصي.

[40] **مها مصطفى:** مرجع سابق صـ25
[41] نادية لقمة : مرجع سابق صـ20

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

- المحاولات الأولى التى سبقت صناعة العربات الخشبية ظهر فى صناعة الزحافات والمحراث والمحفة التى كانت تمثل الشكل المبكر لصناعة العربات بدون عجل تجر بواسطة الحيوانات والأشخاص.
- العجلة أهم إختراع ميكانيكى على الإطلاق فى كل العصور وكان لاستخدامها مع العربات الخشبية البداية الحقيقية للعربات الخشبية بالمعنى الصحيح حيث أن مصطلح العربة هو ما يحمل على عجل. وقد إرتبط تطور صناعة العربة الخشبية بتطور تكنيك صناعة العجل.
- ظهرت العديد من المصطلحات للعربات الخشبية كلها مرتبط بالصفة الوظيفية للعربة
- مرت صناعة العجلات الخشبية بعدة مراحل حتى تصل إلى الشكل النهائى المتعارف عليه ففى البداية كانت محاولات بسيطة لاستخدام سيقان الأشجار بدون تهزيب تدحرج على الأرض حاملة فوقها الكتل الثقيلة وتقوم بدور العجل . ثم تطور الأمر إلى صناعة العجلات المصمتة ثم العجلات الحلقية المفرغة من الوسط إنتقالاً إلى العجلات المجمعة من أكثر من قطعة باستخدام التعاشيق الخشبية وصولاً إلى الشكل النهائى للعجلات وهو العجلات المفرغة.
- لعبت التعاشيق الخشبية دور كبير فى صناعة تطور صناعة العربات الخشبية عبر العصور التاريخية.
- أعتمدت صناعة العجلات الخشبية فى المرحلة المتطورة على فهم خصائص المواد حيث ان اختيار الخشب المشكل بإستخدام البخار لتنفيذ دوران القطع الخشبية لتصنيع العجل عامل كبير فى تطور صناعت العجلات المجمعة من قطع متعددة من الخشب أو قطعة واحدة حيث تعمل الحرارة والرطوبة على تحسين الخواص الميكانيكية للخشب وتعطى الإنحناء المطلوب لتشكيل إطار العجلة. كما أن استخدام الجلد لربط أجزاء العربة المختلفة أعطي العربة قوة تماسك وليونة كافية تسمح لها بامتصاص الصدمات أثناء الحركة.
- مرت العربات الخشبية بمراحل تطور متعددة شملت تطور فى صناعة العجلات الحاملة للعربات الخشبية. ثم تطور هيكل العربة من الشكل البسيط الذى يتكون من ألواح خشبية مجمعة إلى العربات الحربية التى تتميز بتناسب النسب التشريحية وصولاً إلى العربات الملكية التى ادخل عليها كل سبل الراحة من حيث المقاعد والسقف والستائر الجانبية والنوافذ.

- بتطور العربات الخشبية ازداد ثرائها وتعددة طرق واساليب الزخرفة والتطعيم باستخدام الأحجار الكريمة والزجاج الملون والتصفيح والتذهيب والألوان المختلفة ونحت وتشكيل المعادن واستخدم الجلد كعنصر زخرفى وطوع ليستخدم فى تغطية السقف كما استخدم النسيج المطرز وأصبحت العربات الخشبية تحفة فنية يتسارع الملوك والأمراء على لإقنائها.

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

قائمة المراجع العربية

1. **إيمان نبيل:** تكنيك صناعة وتشكيل التوابيت الخشبية فى مصر القديمة. دراسات فى آثار الوطن العربى20 .2020
2. **إيمان نبيل:** دراسة تقنيات وعلاج وصيانة العصى الخشبية المزخرفة تطبيقاً على نموذجين للملك توت عنخ آمون-رسالة ماجيستير -جامعة الفيوم-2015
3. **ثروت عكاشة:** الفن المصرى دار المعارف ،القاهرة .1971
4. مها مصطفى : ركائب الخديوي إسماعيل وأسرته من خلال الركائب المحفوظة بمتحف الركائب بالقاهرة(دراسة أثرية حضارية) . رسالة ماجيستير. جامعة القاهرة. كلية الآثار قسم إسلامى 2017
5. **نادية إبر اهيم لقمة** :عالج وصيانة الأخشاب المتلفة تطبيقاً على أحد عربات الملك توت عنخ آمون"، دبلوم معادل للماجستير ، قسم الترميم ، كلية الآثار ، جامعة القاهرة ،1987

قائمة المراجع الأجنبية

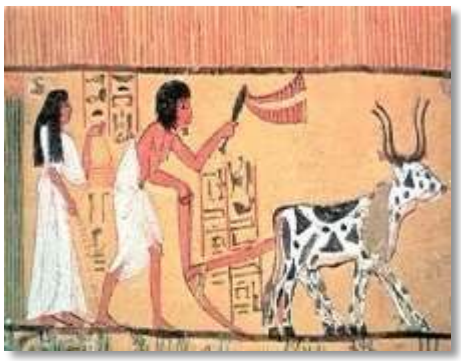
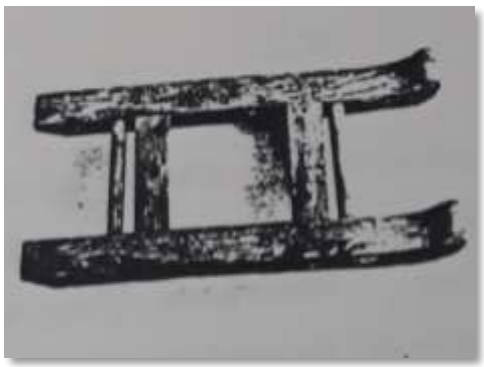
1. **Anthony D.W. and et al:** Vinogradovite Birth of the Chariot Archaeology Vol. 48, No. 2, 1995.
2. **Anthony D.W. and et.al:** Vinogradov Birth of the Chariot Archaeology Vol. 48, No. 2, 1995.

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

3. **Bradford, Alfred S.** With Arrow, Sword and Spear: A History of Warfare in the Ancient World. Westport, Connecticut: Praeger Publishers, 2001.
4. **Child, V. G:** Rotary Motion Ahistory of Technology, Vol 1, Oxford 1958.
5. **Clayton, Peter A.** Chronicle of the Pharaoh's: The Reign by Reign Record of the Rulers and Dynasties of Ancient Egypt. London: Thames and Hudson, 1994.
6. **Cotterell A.** Chariot: The Astounding Rise and Fall of the World's First War Machine The Overlook Press, Peter Mayer Publishers Inc. Woodstock & New York, 2005.
7. **Croat. j.** Subject review Drivers of Advances in Mechanized Timber Harvesting – a Selective Review of Technological Innovation**.**2017
8. **Dimarogonas, A.D:** History of Technology I, II, Macedonian Publications, Athens, 2001.
9. **Galal Ali:** Mechanical Engineering in Ancient Egypt, Part 53: Farming Tools International Journal of Engineering and Techniques - Vol 3 I 4, August 2017
10. **Heidi Köpp-J** :Wagons and Carts and Their Significance in Ancient Egypt .Journal of Ancient Egyptian Interconnections vol. 9. 2016.
11. **Hill, C :-** Wood modification – Chemical, thermal & other processes. vol 470-02172-1 .(2006).
12. **Hoffmeier J. K:** Observations on the Evolving Chariot Wheel in the 18th Dynasty Journal of the American Research Center in Egypt, Vol. 13, 1976.
13. **Horizon:** A history of vehicles, Vol.1, 1820
14. **lips :**Tne Origin of Things , London, 1966.
15. **Lips:** The origin of things, London,1966.
16. **Lisa Sabbahy :**Chariots in Ancient Egypt: The Tano Chariot, A Case Study book Publisher In Sidestone Press.2018

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

17. **Littauer M. A. and et .al:** Crouwe Earliest Known Three-imensional Evidence for Spoked Wheels American Journal of Archaeology Vol. 90, No. 4, 1986.
18. **Littauer M. A. and et al:** Crowe Earliest Known Three-Dimensional Evidence for Spoked Wheels American Journal of Archaeology Vol. 90, No. 4,1986.
19. **Loewe M.** and E.L. Shaughnessy Editors The Cambridge History of Ancient China-From the Origins of Civilization to 221 B.C. Cambridge University Press, 1999
20. **Maria Bondar:** Prehistoric innovations: Wheels and wheeled vehicles. Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae 69 (2018) P.p271–298
21. **Navi, P. & Girardet, F,:-** Effects of thermo-hydro-mechanical treatment on the structure & properties of wood. *Holzforschung, 54*(3) (2000).
22. **Paipetis S.A.** :The Unknown Technology in Homer History of Mechanism and Machine Science 9, Springer, London, New York, 2010.
23. **Rossi C., F.** Russo, F. Russo Ancient Engineers' Inventions, Precursors of the Present. – Springer, 2009.
24. **Shaw I.** The Oxford History of Ancient Egypt, Oxford University Press 2000
25. **Shaw I**.: The Oxford History of Ancient Egypt, Oxford University Press 2000
26. **Spalinger, Anthony J.. War in Ancient Egypt.** Blackwell Publishing, Malden, Massachusetts: 2005.
27. **Thomas G. Chondros and e.al:** The Evolution of the Double-horse Chariots From the Bronze Age to the Hellenistic Times. FME Transactions Vol.44.2016

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ADVANCED STUDIES IN WORLD ARCHAEOLOGY
ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

جـ ب أ

صورة رقم (1)المحاولات الأولى لصناعة العربات الخشبية (أ)زحافة خشبية استخدمت فى جنازة سنوسرة الأول نقلاًعن لقمة مرجع سابق.(ب) أول محاولة للجمع بين الزحافة ومحراثAfter: Galal Ali:Op.Ct.2017 (ج) محفة لحتب حرس بالمتحف المصرى بالتحرير

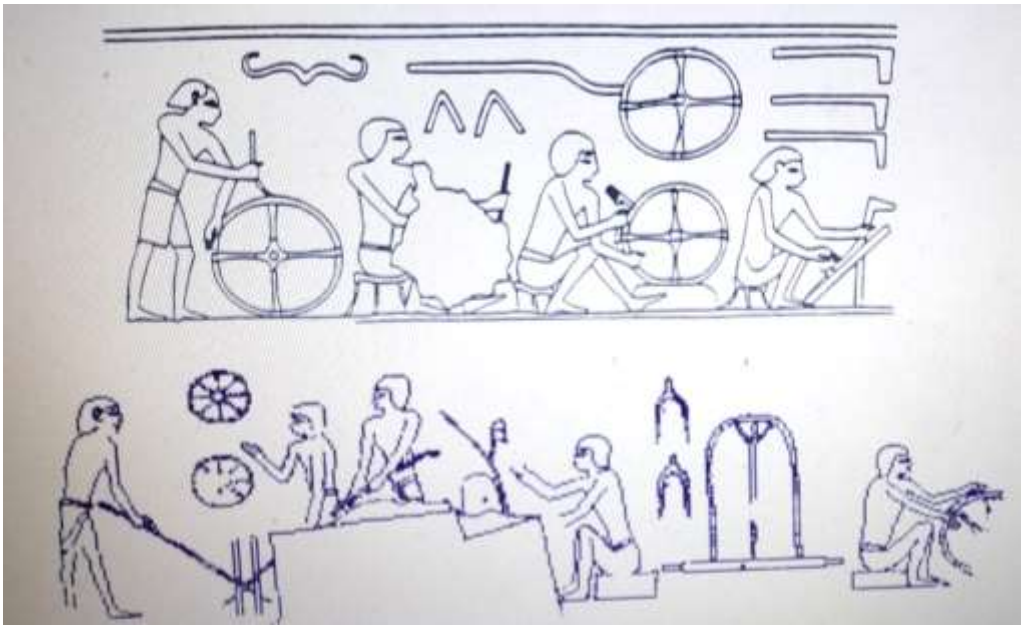
صورة(2) توضح مراحل تطور العجلات الخشبية(أ)تصور لعملية نقل حجارة الأهرام (After : Croat. j. Op.Ct)
(ب) عجلة مصمتة متصلة بعربة خشبية(After: Shaw I Op.Ct. 2000).
(ج) أقدم عجلة بمحور خشبي (.Ct : After: Paipetis S.A.)
(د) عجلة مجمعة (نقلاً عن لقمة مرجع سابق)
(هـ)عربة رمسيس الثانى يقود فى معركة قادش معبد أبو سمبل(er: Thomas G Op.Ct.2016

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ADVANCED STUDIES IN WORLD ARCHAEOLOGY
ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

١

.

صورة (3) بداية ظهور العجلات (أ) سلم مدرج من قبر كايميسيت في سقارة (ِ (After Heidi Köpp-J. Op.Ct
(ب) سفينة خشبية ترجع لأواخر القرن الثالث عشر قل الميلاد متحفPaul Getty
(ج) عجلة مصمته متصلة بعربة خشبية **(**After: Hoffmeier J. K Op.Ct)



صورة (4)توضح مراحل صناعة وتجميع أجزاء العجلة نقلاً عن (After:Thomas G.Op.Ct.2016)

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ADVANCED STUDIES IN WORLD ARCHAEOLOGY
ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

صورة (5)عربة البريد بمتحف المركبات الملكية ببولاق (أ) السست الحاملة لجسم العربة لتوفير الراحة للراكب عند السير على أرض غير ممهدة
(ب) آلة الدوران التى تسمح بحركة أجزاء العجلة .

INTERNATIONAL JOURNAL OF
ADVANCED STUDIES IN WORLD ARCHAEOLOGY
ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

صورة (6)عربة توت عنخ آمن المتحف المصرى بالتحرير سابقاً وتم نقلها للمتحف المصرى الكبير بالرماية توضح طرق التطعيم بالأحجار الكريمة والعجائن الملونة والتذهية وأساليب الزخرفة المختلفة بالعربة

صورة (7)عربة الآلى الخصوصى بمتحف امركبات الملكية ببولاق توضح استخدام الألوان المختلفة والزخرفة بورق الذهب

ISSN: 2785-9606 VOLUME 5, ISSUE 2, 2022, 27 – 48.

صورة (8)صورة لعربة الآلى الخصوصى بمتحف المركبات الملكية من الداخل يصور طرق الزخرفة المختلة من الداخل وكسوة الكراسى والسقف بنسيج الستان المطرز