

## (OPEN ACCESS)

### Identification of ancient woods obtained from archaeological excavations in the Mansour-abad region of Yazd

Mohammad Emaminasab<sup>1\*</sup> , Meysam Mehdinia<sup>2</sup> , Hashem Rahamim<sup>2</sup> , Kamyar Salehi<sup>2</sup>   
and Roshanak Khatib Eghdami<sup>3</sup>

1\*- Corresponding author, Assistant Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran,  
Email: [m.emaminasab1367@gmail.com](mailto:m.emaminasab1367@gmail.com)

2-Assistant Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3-Head of the Earth Sciences Museum, Geological Survey and Mineral Exploration of Iran, Tehran, Iran

#### Article Info

#### ABSTRACT

##### Article type:

Full Length Research Paper

##### Article history:

Received: 28 February 2026

Revised: 06 March 2026

Accepted: 18 March 2026

Published online: 19 June 2026

##### Keywords:

Anatomical studies,  
archaeological wood,  
growth ring,  
vessel elements.

**Background and Objectives:** Wood, as one of the most fundamental, renewable and biological materials, has played an important role in the development and advancement of human civilization. Accurate identification of archaeological wood can reveal patterns of natural resource exploitation and adaptive strategies of past populations to their surrounding environments. It also provides direct evidence for reconstructing past vegetation cover, timber trade networks, and the extent of human impact on ecosystems. Accordingly, the main objective of this study was the scientific identification of archaeological wood specimens recovered from excavations in the Mansur-abad region, Yazd Province, Iran.

**Materials and Methods:** Six archaeological wood samples (three wooden scaffolding, two wooden basket, and one wooden shoe) obtained from the Geological Museum of the Geological Survey and Mineral Exploration were examined. Small samples were carefully removed from each specimen in accordance with museum regulations to minimize damage. For anatomical analysis, samples were softened in a solution of 98% ethanol, water, and glycerin. Thin sections (15  $\mu$ m thick) were prepared in transverse, radial, and tangential sections using a sliding microtome. Sections were stained with 1% safranin solution, mounted on slides, and examined under a light microscope. Fiber maceration was carried out using Franklin's method to measure cellular dimensions. Anatomical features were analyzed according to the feature list provided by the International Association of Wood Anatomists (IAWA).

**Results:** All samples exhibited distinct growth ring boundaries. The basket sample, derived from a one-year-old branch with a single growth ring, contained less secondary xylem, and vessels were mostly solitary and occasionally radially arranged. In the wooden shoe sample, vessels showed a diagonal arrangement and were predominantly grouped in tangential and cluster patterns, especially in

latewood. In the scaffolding samples, more than 90% of vessels were exclusively solitary. All specimens displayed simple perforation plates and alternate inter-vessel pits with diameters predominantly ranging from 4–7  $\mu\text{m}$ . Helical thickenings, particularly in narrow vessels, and the presence of vascular tracheids were observed in all samples. Axial parenchyma was diffuse in the basket and scaffolding samples, and paratracheal in the shoe sample. Rays were generally wide and multi-seriate; they were homogeneous with procumbent cells in the scaffolding samples and heterogeneous in the others. Fiber maceration indicated longer vessel elements in the basket sample and shorter ones in the scaffolding and shoe samples. Evidence of biological degradation was observed in the cell walls of all specimens.

**Conclusion:** Based on anatomical and morphological characteristics, the basket sample was identified as *Amygdalus* sp., the wooden shoe as *Celtis* sp., and the scaffolding samples as *Elaeagnus angustifolia*. Wild almond (*Amygdalus scoparia*) has a long, straight, and highly flexible shoots, making it one of the suitable species for basketry. In addition, the wood of *Celtis* has been appropriate for the manufacture of wooden footwear, and *Elaeagnus angustifolia* was a suitable choice for wooden mine scaffolding in the past time, due to its favorable physical and mechanical properties. Considering the distribution of these trees and shrubs in Yazd Province, whether cultivated or naturally occurring, their use in architectural structures and handicrafts reflects the detailed knowledge and efficient utilization of locally available woody resources by past communities.

**Cite this article:** Mohammad Emaminasab, Meisam Mehdinia, Hashem Rahamim, Kamyar Salehi and Roshank Khatib Eghdami. 2026. Identification of ancient woods obtained from archaeological excavations in the Mansour-abad region of Yazd. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 41(2), 153-166. DOI: <https://doi.org/10.22092/ijwpr.2026.372427.1831>



Copyright: © 2025 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by Research Institute of Forests and Rangelands (<http://ijwpr.areeo.ac.ir/>) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## شناسایی چوب‌های قدیمی تهیه شده از کاوش‌های باستانی در منطقه منصورآباد یزد

محمد امامی نسب<sup>۱\*</sup>، میثم مهدی نیا<sup>۲</sup>، هاشم رهامین<sup>۲</sup>، کامیار صالحی<sup>۲</sup> و روشنک خطیب اقدامی<sup>۲</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

پست الکترونیکی: [m.emaminasab1367@gmail.com](mailto:m.emaminasab1367@gmail.com)

۲- استادیار، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- سرپرست موزه علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: علمی-پژوهشی	سابقه و هدف: چوب به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین مواد زیستی تجدیدپذیر، نقش تعیین‌کننده‌ای در سیر تحول و پیشرفت تمدن بشری داشته است. شناسایی دقیق چوب‌آلات باستانی می‌تواند شیوه‌های بهره‌برداری از منابع طبیعی و راهبردهای سازگاری جمعیت‌های گذشته با محیط پیرامون را آشکار کرده و شواهد مستقیمی برای بازسازی پوشش گیاهی دیرینه منطقه، شبکه‌های تجارت چوب و میزان تأثیرگذاری انسان بر اکوسیستم را فراهم نماید. بر این اساس، هدف اصلی این پژوهش، شناسایی علمی نمونه‌های چوبی به‌دست‌آمده از کاوش‌های باستان‌شناسی در منطقه منصورآباد استان یزد است.
تاریخ‌های مقاله: تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۰۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۲۷ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۳/۲۹	مواد و روش‌ها: تعداد شش نمونه چوب باستانی (سه نمونه داربست، دو نمونه سبد و یک نمونه کفش چوبی) از موزه علوم زمین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی برای شناسایی بررسی شدند و از هر نمونه باستانی با رعایت ضوابط موزه و کمترین آسیب وارده به آنها، تراشه‌های کوچکی برش داده شد. برای انجام مطالعات آناتومیکی، پس از نرم شدن بافت نمونه‌ها در محلول شامل الکل ۹۸ درصد، آب و گلیسرین، با استفاده از میکروتوم لغزشی، مقاطع نازک به ضخامت ۱۵ میکرومتر در سه جهت عرضی، شعاعی و مماسی برش داده شدند. سپس مقاطع با محلول یک درصد سافرانین رنگ‌آمیزی، بر روی لام تثبیت و با استفاده از میکروسکوپ نوری مطالعه شدند. همچنین به‌منظور اندازه‌گیری ابعاد سلولی، از وابری الیاف با استفاده از روش فرانکلین استفاده شد. درنهایت ویژگی‌های آناتومی نمونه‌ها به‌طور دقیق و براساس فهرست ویژگی‌های ارائه شده توسط انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های چوب (IAWA) بررسی شد.
واژه‌های کلیدی: چوب‌آلات باستانی، حلقه رویشی و عناصر آوندی، مطالعات آناتومیکی.	نتایج: نتایج بررسی ویژگی‌های آناتومیکی و مورفولوژیکی شش نمونه چوبی تاریخی از منطقه منصورآباد یزد شامل سبد، کفش و داربست نشان داد که همه نمونه‌ها دارای مرز حلقه رویشی مشخص بودند. نمونه سبد، به دلیل تهیه از شاخه‌های یکساله و داشتن یکسال حلقه رویشی، بافت چوبی کمتری داشته و پراکنش آوندی آن به‌صورت منفرد و گاهی در حالت شعاعی مشاهده شد، درحالی‌که در نمونه کفش آرایش آوندها مورب و عمدتاً در گروه‌های مماسی و خوشه‌ای، به‌ویژه در چوب پایان بود. در نمونه داربست بیش از ۹۰ درصد آوندها به‌صورت منفرد قرار داشتند. در تمامی نمونه‌ها دریچه آوندی ساده و منافذ بین آوندی متناوب با قطر غالب ۷-۴ میکرومتر گزارش شد. حضور ضخامت‌های ماریپیچی در آوندها، به‌ویژه در آوندهای باریک و وجود تراکتیدهای آوندی از دیگر ویژگی‌های مشترک بین نمونه‌ها بود. پارانشیم محوری در سبد و داربست به‌صورت پراکنده و در کفش به‌صورت دورآوندی دیده شد. در تمامی نمونه‌ها اشعه‌های چوبی عمدتاً پهن و چند ردیفه بودند و در داربست از نوع همگن با سلول‌های خوابیده و در دیگر نمونه‌ها ناهمگن گزارش شد. نتایج وابری الیاف نشان داد طول عناصر آوندی در سبد بیشتر و در نمونه داربست و کفش کوتاه‌تر بود. آثار تخریب زیستی نیز در دیواره سلولی همه نمونه‌ها مشاهده شد.

نتیجه گیری: با توجه به ویژگی های آناتومیکی و مورفولوژیکی نمونه های مورد بررسی، نمونه سبب جنس بادام (*Amygdalus*)، نمونه کفش جنس داغداغان (*Celtis*) و نمونه داربست سنجد (*Elaeagnus angustifolia*) شناسایی شد. بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) با داشتن شاخه های ترکهای، راست و با انعطاف بالا یکی از گونه های مناسب در سبببافی است. همچنین چوب داغداغان برای ساخت کفش و سنجد نیز برای داربست چوبی معادن، با توجه به داشتن ویژگی های فیزیکی و مکانیکی مطلوب انتخاب مناسبی در گذشته بوده است. با توجه به پراکنش این درختان و درختچه ها در استان یزد چه به صورت دست کاشت و چه خودرو، استفاده از آنها در سازه های معماری و هنرهای دستی نشان از شناخت دقیق، استفاده بهینه و هوشمندانه مردمان گذشته از منابع در دسترس محلی دارد.

استناد: محمد امامی نسب، میثم مهدی نیا، هاشم رهامین، کامیار صالحی و روشنک خطیب اقدامی. ۱۴۰۵. شناسایی چوب های قدیمی تهیه شده از کاوش های باستانی در منطقه منصورآباد یزد. نشریه تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۴۱(۲)، ۱۵۳-۱۶۶.

DOI: <https://doi.org/10.22092/ijwpr.2026.372427.1831>

## مقدمه

چوب به عنوان یکی از مهمترین مواد زیستی تجدیدپذیر، از دیرباز نقش اساسی در توسعه تمدن انسانی ایفا کرده است. این ماده طبیعی به دلیل ویژگی هایی مانند نسبت بالای استحکام به وزن، قابلیت شکل پذیری، عایق بودن حرارتی، صوتی و تجدیدپذیری، در طیف گسترده ای از کاربردها شامل ساخت و ساز، صنایع دریایی، ابزارسازی، هنرهای چوبی و تولید انرژی مورد استفاده قرار گرفته است (Timar et al., 2010). بررسی های باستان شناسی نشان می دهد که استفاده از چوب به دوره های پیش از تاریخ بازمی گردد و شواهد متعددی از کاربرد آن در ساخت ابزار، سازه های مسکونی، وسایل حمل و نقل و اشیای آیینی در تمدن های باستانی مانند مصر، بین النهرین و اروپا وجود دارد (Dotte-Sarout et al., 2015). گونه های چوبی شناسایی شده در آثار و کاوش های باستانی می تواند الگوهای تجارت، تبادل فرهنگی و اولویت های جوامع اجتماعی را روشن کنند. شناسایی گونه های غیربومی در یک منطقه، می تواند نشان دهنده وجود شبکه های ارتباطی و تجاری در دوران گذشته باشد (Piqué et al., 2021).

پوشش گیاهی منطقه، تجارت چوب و تأثیرات انسانی بر محیط زیست ارائه دهد (Nong et al., 2023; Shi et al., 2025). مطالعات اخیر بر روی آثار و بقایای چوبی تاریخی این امکان را فراهم می کند که نوع گونه های انتخاب شده، منشأ جغرافیایی چوب، شیوه های بهره برداری از منابع جنگلی و فناوری های به کاررفته در صنایع دستی بازسازی شود، در نتیجه می توان الگوی تعامل میان انسان، منابع چوبی و شرایط محیط زیستی گذشته را با دقت بیشتری درک کرد (Martin et al., 2013; Zhang et al., 2022). شناسایی گونه های چوبی به کاررفته در آثار تاریخی، گامی مهم و اساسی برای حفاظت از این آثار فرهنگی است (Abdrabou et al., 2022).

تشخیص میکروسکوپی ویژگی های سلولی ساختار درختان و درختچه های چوبی، بخش جدایی ناپذیری از فرایند شناسایی و طبقه بندی است که شامل رشته علمی آناتومی چوب می شود (Cartwright, 2015). هرگونه چوب ویژگی های آناتومیکی منحصر به فرد خود را دارد و چوب را می توان براساس نوع سلول، شکل و چیدمان آن شناسایی کرد (Kobayashi et al., 2017). تکنیک برش میکروسکوپی چوب، رایج ترین و ارزان ترین روش برای شناسایی چوب است، اما فرایند آماده سازی آن دشوار است و نیاز به متخصصانی با دانش و تجربه کافی دارد

شناسایی دقیق چوب آلات باستانی می تواند نحوه استفاده از منابع و راهبردهای سازگاری محیطی جمعیت های باستانی را روشن کند و شواهد مستقیمی برای بازسازی الگوهای

تحلیل الگوهای تأمین مواد اولیه، فناوری‌های به‌کارگیری چوب در ساختارهای معدنی و تعامل جوامع گذشته با محیط‌زیست پیرامون کمک بسزایی داشته باشد.

## مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از چوب‌های باستانی

تعداد شش نمونه چوب باستانی (سه نمونه داربست، دو نمونه سبد و یک نمونه کفش چوبی) از موزه علوم زمین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی برای شناسایی بررسی شدند (شکل ۱). بیشتر این نمونه‌ها از سوی باستان‌شناس معروف آلمانی (Dr. Gerd Weisgerber) از طریق اکتشافات معدنی و باستانی در منطقه منصورآباد از توابع شهرستان زارچ استان یزد به این موزه اهدا شده بود. دکتر گرد ویزگربر (Dr. Gerd Weisgerber) زاده ۱۹۳۸ و درگذشته ۲۰۱۰ میلادی، باستان‌شناس و متخصص برجسته آلمانی در زمینه تاریخ معدن‌کاری بود. رویکرد اصلی تحقیقاتی او میان‌رشته‌ای بوده و با تلفیق باستان‌شناسی با زمین‌شناسی و جغرافیا، به مطالعه استخراج مواد خام از عصر سنگ تا دوران باستان می‌پرداخت. فعالیت‌های میدانی وسیع او در سراسر جهان، از جمله کاوش در معادن سنگ چخماق در اروپا و محوطه‌های فلزکاری در آلمان، انگلستان، ایران، اردن، عمان و ازبکستان را شامل می‌شد (Lech, 2019). از هر نمونه باستانی با رعایت ضوابط موزه و کمترین آسیب وارده به آنها، تراشه‌های کوچکی برش داده شد. در کل ۶ نمونه برای آنالیزهای میکروسکوپی و شناسایی آماده شد.

(Kobayashi et al., 2017). برای اطمینان از اینکه محققان حوزه آناتومی چوب در سراسر جهان شیوه‌نامه یکسانی را برای تشخیص و توصیف ویژگی‌های چوب‌های مورد بررسی اتخاذ کنند، انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های چوب (IAWA) از طریق انتشارات خود کاتالوگ‌هایی از ویژگی‌های آناتومی میکروسکوپی ایجاد و به‌طور منظم به‌روزرسانی می‌کند (Wheeler et al., 1989).

در سال‌های اخیر، فناوری شناسایی چوب توجه گسترده‌ای را به خود جلب کرده است و تکنیک‌های تحلیلی پیشرفته به‌طور مداوم برای مطالعه چوب استفاده شده‌اند. آثار فرهنگی چوبی مانند تکیه‌گاه‌های چوبی و تابوت‌های نگهداری شده در موزه مصر در فلورانس (Giachi et al., 2016; Giachi et al., 2021)، یک قایق رومی در رودخانه (Ljubljana) کشور اسلوونی (Čufar et al., 2014) و سازه چوبی دومین قایق چوبی شاه خوفو (Abdrabou et al., 2022) با تکنیک‌های میکروسکوپی چوب شناسایی شده‌اند. در ایران نیز مطالعاتی روی شناسایی چوب‌آلات به‌کاررفته در آثار باستانی بناهای تاریخی انجام شده است، ولی این مطالعات طیف گسترده‌ای ندارد و نیاز است که در این زمینه مطالعات بیشتری انجام شود (Maleki-Golandoz & HosseinKhani, 2013; Ahmadi et al., 2018; Daneshzadeh et al., 2023).

هدف اصلی این پژوهش شناسایی علمی نمونه‌های چوبی حاصل از اکتشافات باستان‌شناسی (داربست چوبی، سبد و کفش چوبی به‌کاررفته در معادن) در منطقه منصورآباد از توابع شهرستان زارچ استان یزد می‌باشد. همچنین این شناسایی می‌تواند در مورد بازسازی پوشش گیاهی دیرینه منطقه،



شکل ۱- نمونه چوب های باستانی حاصل از اکتشافات معدنی در منصورآباد یزد: الف- کفش چوبی، ب و ج- نمونه داربست چوبی،

د- سبد چوبی

**Figure 1. Ancient wood samples recovered from mining explorations in Mansour-abad, Yazd. A: Wooden shoe, B and C: Wooden scaffolding samples, D: Wooden basket**

مرحله بعد، رنگ آمیزی با محلول سافرانین یک درصد به مدت ۲ تا ۴ دقیقه انجام شد. برای حذف رنگ اضافی، مقاطع ابتدا چند بار با آب مقطر شسته شدند و بعد به ترتیب در الکل های ۵۰، ۷۵ و ۹۶ درصد چندین بار عمل شستشو انجام شد تا رنگ اضافی در نمونه ها باقی نماند. در مرحله نهایی، برای الکل زدایی، مقاطع در محلول زایلین قرار گرفتند و بعد با استفاده از چسب کلنآدا باالزام بر روی لام های میکروسکوپی تثبیت شدند.

همچنین برای بررسی ویژگی های الیاف از روش فرانکلین استفاده شد (Franklin, 1945). به این منظور تراشه های باریکی از نمونه ها در راستای طولی تهیه گردید. سپس این تراشه ها در لوله های آزمایش حاوی محلولی از اسید استیک ۱۰۰ درصد و آب اکسیژنه ۳۰ درصد با نسبت حجمی یک به یک و به میزان دو برابر ارتفاع تراشه ها قرار داده شدند. در مرحله بعد، نمونه ها به منظور واپری الیاف به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. پس

آماده سازی نمونه ها برای مطالعات میکروسکوپی ویژگی های ماکروسکوپی و ساختارهای میکروسکوپی چوب برای شناسایی گونه ها بسیار مهم هستند. با وجود پوسیدگی شدید در بسیاری از نمونه چوب های باستان شناسی، بازهم امکان انجام تجزیه و تحلیل آناتومی- میکروسکوپی روشی دقیق برای شناسایی این نوع چوب هاست (Xu et al., 2025). برای این منظور، برای نرم کردن بافت آنها، به مدت ۲۴ ساعت در محلول شامل الکل ۹۸ درصد، آب و گلیسرین با نسبت حجمی ۳:۱:۱ غوطه ور شدند. سپس مقاطع میکروسکوپی در سه جهت عرضی، مماسی و شعاعی با ضخامت تقریبی ۱۵ میکرون به وسیله میکروتوم لغزشی (GSL1) تهیه شد (Gärtner et al., 2014). به منظور حذف محتویات درون سلولی، تمامی مقاطع تهیه شده به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه در آب ژاول قرار گرفتند و پس از آن برای رفع اثر و بوی آب ژاول، چندین بار با آب مقطر شست و شو داده شدند. در

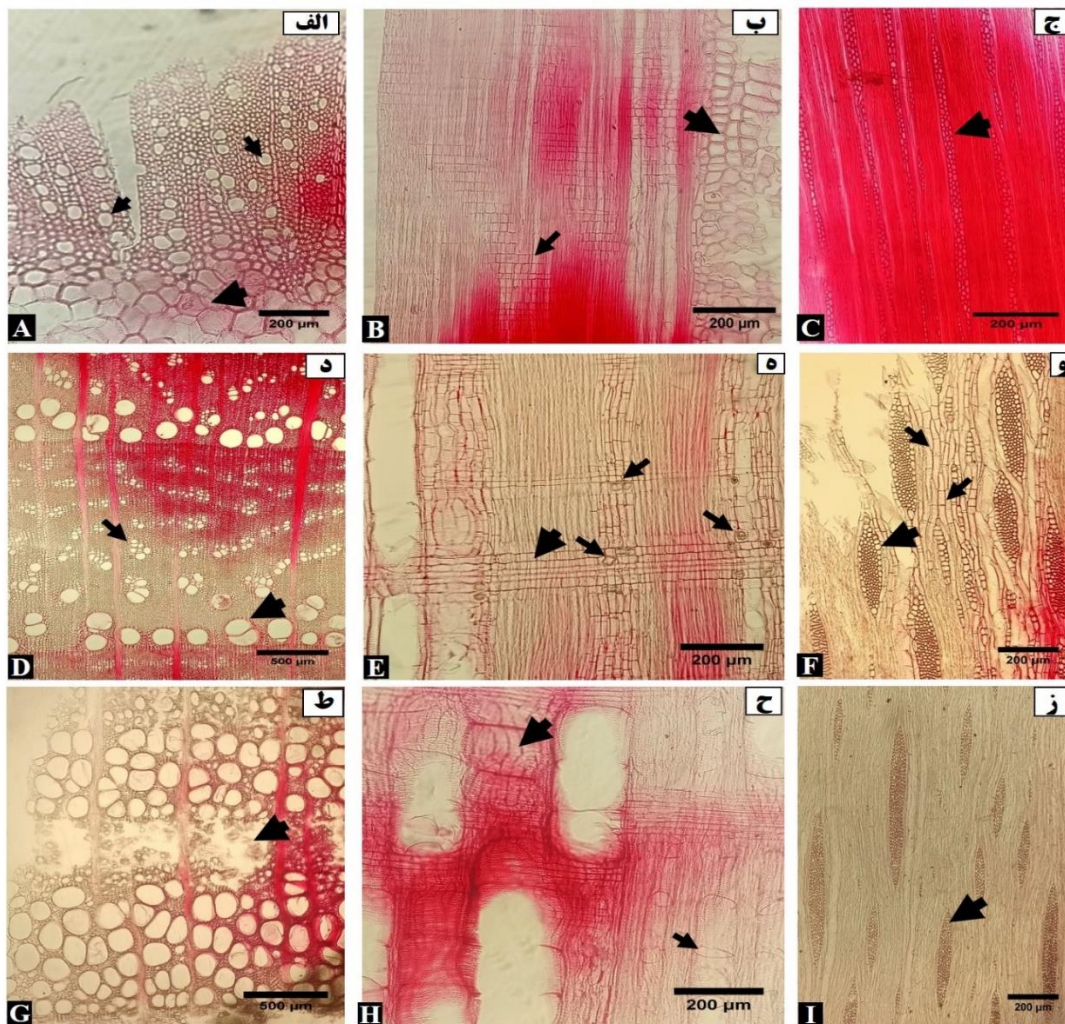
بیش از ۹۰ درصد آوندها به صورت انفرادی قرار گرفتند و ارتباطی با آوندهای کناری نداشتند، درحالی که در نمونه کفش حالت گروه بندی خوشه ای داشتند و بیشتر آوندهای چوب پایان دارای چنین ویژگی بودند (شکل ۲: د، ط). طبق جدول ۱ در تمامی نمونه ها در پیچه آوندی حالت ساده و منافذ بین آوندی به صورت متناوب قرار گرفته بودند و اندازه این منافذ به طور غالب ۷-۴ میکرومتر در تمامی نمونه ها اندازه گیری شد. همچنین آوندها در تمامی نمونه ها، به ویژه آوندهای باریک دارای ضخامت های مارپیچی بودند و همه نمونه ها در تراکئیدهای آوندی حضور داشتند که این مورد در نمونه داربست مشهودتر بود (شکل ۲: ح). در نمونه سبد و داربست چینش پارانشیم های محوری به صورت پراکنده و جدا از سیستم آوندی و در نمونه کفش به صورت دور آوندی بودند. مشاهده و بررسی برخی ویژگی های مربوط به فیبرها به عنوان مثال وجود ضخامت های مارپیچی روی آنها و نوع منافذ روی دیواره به علت تخریب بیولوژیکی قابل شناسایی دقیق نبود. در نمونه کفش هر رشته پارانشیم محوری دارای ۲ یا ۳-۴ سلول بود (شکل ۲: و). در تمامی نمونه ها پهنای اشعه چوبی در اشعه های بزرگ حالت ۱۰-۴ ردیف سلولی داشت و این مورد کمتر در نمونه سبد مشاهده شد، درحالی که در نمونه های دیگر فراوانی بیشتری داشت (شکل ۲: ج و ز). همچنین در نمونه سبد ارتفاع اشعه بالای ۱ میلی متر بود (شکل ۲: ج) که در نمونه های دیگر کمتر از این مقدار به دست آمد. در نمونه داربست اشعه از نوع همگن و دارای سلول های مستطیلی خوابیده بود (شکل ۲: ح)، درحالی که در نمونه کفش و سبد حالت ناهمگن داشت (شکل ۲: ب، ه). در نمونه کفش وجود کریستال های منشوری در سلول های اشعه چوبی مشهود بود (شکل ۲: ه). به دلیل اینکه نمونه ها از اکتشافات معدنی در منطقه منصورآباد یزد به دست آمده بودند، تخریب بیولوژیکی در دیواره سلولی وجود داشت (شکل ۲: ط).

از سفید شدن رنگ تراشه ها، لوله های حاوی تراشه ها از آون خارج شدند و برای حذف بو و اثر محلول اسید استیک و آب اکسیژنه، چندین بار با آب مقطر شست و شو گردیدند. سپس الیاف در داخل لوله آزمایش از یکدیگر جدا (وابری) و با محلول سافرانین یک درصد رنگ آمیزی و هر بار برای مطالعه بر روی لام های میکروسکوپی تثبیت شدند. در نهایت ویژگی های آناتومی نمونه ها به طور دقیق و براساس فهرست ویژگی های ارائه شده توسط انجمن بین المللی آناتومیست های چوب (IAWA) زیر میکروسکوپ نوری (Olympus BX50) بررسی شد (Wheeler et al., 1989).

## نتایج

### نتایج ویژگی های میکروسکوپی

خصوصیات آناتومی چوب نمونه های کشف شده در اکتشافات معدنی در منطقه منصورآباد یزد براساس فهرست انجمن بین المللی آناتومی چوب (IAWA) برای شناسایی پهن برگان در جدول ۱ و شکل ۲، آمده است. نتایج نشان داد که هر سه نمونه داربست با یکدیگر ساختار و ویژگی های آناتومیکی یکسان داشتند، در مورد دو نمونه سبد چوبی هم نتایج یکسان بود. به طور کلی، همه نمونه ها دارای مرز حلقه رویشی مشخص و نمونه سبد چوبی پراکنده آوند (شکل ۲: الف) و نمونه های کفش و داربست، بخش روزنه ای بودند (شکل ۲: د، ط). به علت اینکه نمونه سبد چوبی از شاخه های یکساله تهیه شده بود میزان بافت چوبی آن کمتر و به این علت بررسی ویژگی های آناتومیکی آن نسبت به دو نمونه دیگر سخت تر بود. میزان بافت چوبی و وجود بافت مغزی ساقه در نمونه سبد در تصاویر مشخص است (شکل ۲: الف، ب). چیدمان آوندها در نمونه سبد حالت شعاعی از خود نشان داد ولی آوندها در نمونه کفش دارای چیدمان مورب و در گروه های مماسی قرار داشتند (شکل ۲: د). در نمونه داربست



شکل ۲- تصاویر میکروسکوپی از نمونه های مورد مطالعه؛ سبد چوبی: الف) مقطع عرضی با آوندهای به صورت پراکنده (فلش های کوچک) و بافت مغزی (فلش بزرگ)؛ ب) مقطع شعاعی با وجود اشعه چوبی ناهمگن (فلش کوچک) و بافت مغزی ساقه (فلش بزرگ)؛ ج) مقطع مماسی با اشعه چوبی چند ردیفه و بلند (فلش بزرگ)؛ کفش چوبی: د) مقطع عرضی و دو سایز آوند با چیدمان متفاوت (فلش ها)؛ ه) مقطع شعاعی و وجود اشعه چوبی ناهمگن (فلش بزرگ) و بلورهای منشوری در اشعه (فلش های کوچک)؛ و) مقطع مماسی و وجود رشته پارانشیم ها (فلش های کوچک) و اشعه چوبی ناهمگن (فلش بزرگ)؛ داربست چوبی: ط) مقطع عرضی و وجود پوسیدگی بیولوژیکی در دیواره سلولی (فلش)؛ ح) مقطع شعاعی و وجود تراکئیدهای آوندی (فلش بزرگ) و دریچه ساده بین دو آوند (فلش کوچک)؛ ز) مقطع مماسی با اشعه چوبی چند ردیفه همگن (فلش)

**Figure 2. Microscopic images of the studied samples; Wooden basket: A) Cross-section showing diffuse-porous vessel distribution (small arrows) and pith tissue (large arrow); B) Radial section showing heterogeneous rays (small arrow) and stem pith tissue (large arrow); C) Tangential section showing multi-seriate and tall rays (large arrow); Wooden shoe: D) Cross-section showing two vessel sizes with different arrangements (arrows); E) Radial section showing heterogeneous rays (large arrow) and Prismatic crystals within rays (small arrows); F) Tangential section showing strand parenchymas (small arrows) and heterogeneous rays (large arrow); Wooden scaffold: G) Cross-section showing biological degradation (decay) in cell walls (arrow); H) Radial section showing vascular tracheid's (large arrow) and simple perforation plates between two vessels (small arrow); I) Tangential section showing homogeneous multi-seriate rays (arrow).**

جدول ۱- ویژگی‌های آناتومی چوب‌های مورد مطالعه براساس فهرست انجمن بین‌المللی آناتومی چوب برای شناسایی پهن‌برگان

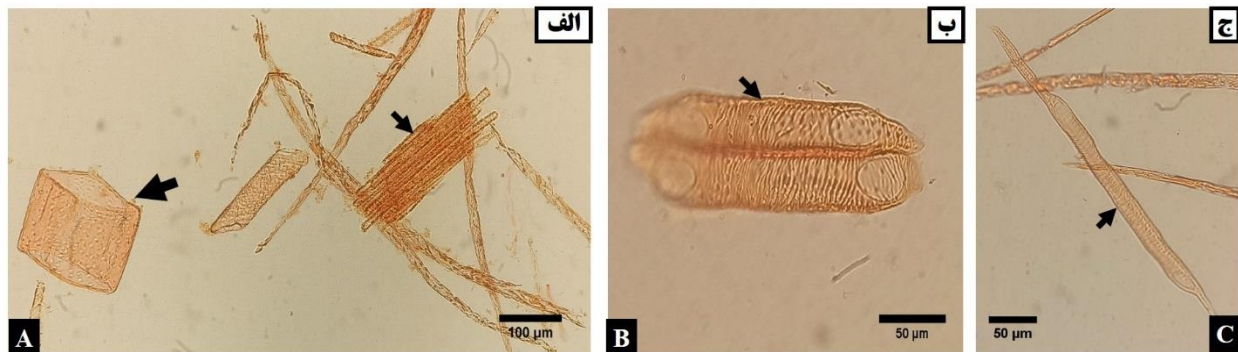
**Table 1- Anatomical characteristics of the woods used in the study based on the IAWA list of microscopic features for hardwood identification.**

IAWA Feature	Codes Number	IAWA Item Description Codes	Shoe	scaffold	Basket
Growth Rings	1	Growth ring boundaries distinct	•	•	•
	3	Wood ring-porous	•	•	
Vessels Porosity	4	Wood semi-ring-porous			•
	5	Wood diffuse-porous			•
Vessel arrangement	6	Vessels in tangential bands	•		
	7	Vessels in diagonal and / or radial pattern	•		•
Vessel groupings	9	Vessels exclusively solitary (90% or more)		•	
	11	Vessel clusters common	•		
Solitary vessel outline	12	Solitary vessel outline angular			•
Perforation plates	13	Simple perforation plates	•	•	•
Intervessel pits: arrangement and size	22	Intervessel pits alternate	•	•	•
	23	Shape of alternate pits polygonal	•		
	25	Small - 4 - 7 $\mu$ m	•	•	•
Vessel - ray pitting	30	Vessel-ray pits with distinct borders; similar to intervessel pits in size and shape throughout the ray cell		•	•
	31	Vessel-ray pits with much reduced borders to apparently simple: pits rounded or angular	•	•	
Helical thickenings	36	Helical thickenings in vessel elements present	•	•	•
	37	Helical thickenings throughout body of vessel element	•	•	•
	38	Helical thickenings only in vessel element tails		•	
Tracheids and fibres	60	Vascular / vascentric tracheids present	•	•	•
Ground tissue fibres	61	Fibres with simple to minutely bordered pits			•
Septate fibres	66	Non-septate fibres present	•	•	•
Fibre wall thickness	69	Fibres thin- to thick-walled	•	•	•
Apotracheal axial parenchyma	76	Axial parenchyma diffuse		•	•
Paratracheal axial parenchyma	79	Axial parenchyma vasicentric	•		
Axial parenchyma cell type / strand length	91	Two cells per parenchyma strand	•		
	92	Four (3-4) cells per parenchyma strand	•		
Ray width	97	Ray width 1 to 3 cells			•
	98	Larger rays commonly 4 - to 10 seriate		•	•
Ray height	102	Ray height > 1 mm			•
	104	All ray cells procumbent			•
Rays: cellular composition	106	Body ray cells procumbent with one row of upright and / or square marginal cells		•	
	107	Body ray cells procumbent with mostly 2-4 rows of upright and / or square marginal cells		•	
	109	Rays with procumbent, square and upright cells mixed throughout the ray			•
Prismatic crystals	136	Prismatic crystals present		•	
	137	Prismatic crystals in upright and / or square ray cells		•	

نمونه سبد چوبی از دو نمونه دیگر (کفش و داربست) بلندتر است. همچنین، نمونه داربست دارای فیبرهایی با میانگین طولی کمتر از ۹۰۰ میکرومتر است که این مقدار در مقایسه با طول فیبرهای نمونه های سبد و کفش، کوتاه تر بود. وجود ضخامت های ماریچی روی دیواره آوندها در نمونه های کفش و سبد وجود داشت (شکل ۳: ب، ج).

### نتایج و ابری الیاف

شکل ۳ و جدول ۲ نتایج و ابری الیاف نمونه های مورد مطالعه را نشان می دهد. برخی از ویژگی های مورفولوژیکی که در تصاویر میکروسکوپی قابل اندازه گیری و بررسی نیست در و ابری الیاف به سادگی امکان پذیر است. طول الیاف یکی از این ویژگی ها می باشد. نتایج نشان داد که طول آوندها در



شکل ۳- تصاویر مربوط به و ابری الیاف نمونه ها؛ الف: آوند درشت چوب آغاز (فلش بزرگ) و باقی مانده اشعه چوبی همگن (فلش کوچک) در نمونه داربست؛ ب و ج: وجود ضخامت ماریچی روی دیواره آوندها (فلش) به ترتیب در نمونه کفش و سبد چوبی

**Figure 3.** Images related to macerating of the samples; A: Large early wood vessel (large arrow) and remnant of homogeneous ray (small arrow) in the Scaffold sample; B and C: Presence of spiral thickenings on vessel walls (arrow) in the Shoe and wooden Basket samples, respectively.

جدول ۲- برخی ویژگی های مورفولوژی الیاف نمونه های مورد مطالعه براساس فهرست انجمن بین المللی آناتومی

چوب برای شناسایی پهن برگان

**Table 2- Some morphological features from the studied samples based on the IAWA (International Association of Wood Anatomists) list of microscopic features for hardwood identification**

Codes Number	IAWA Item Description Codes	Wooden Shoes	Wooden Scaffold	Wooden Basket
	Mean vessel element length			
52	<= 350 μm	•	•	
53	350 - 800 μm			•
54	>= 800 μm			•
	Mean fibre lengths			
71	<= 900 μm		•	•
72	900-1600 μm	•		•

دارای بیش از ۴۰ گونه در نقاط مختلف جهان می باشد. جنس بادام از بارزترین رستنی های بخش کوهستانی منطقه ایران-تورانی در مرکز، جنوب، شرق و غرب کشور می باشد. از مجموع گونه های بادام بیش از ۳۰ گونه در ایران رویش دارد و از این تعداد ۱۴ گونه انحصاری ایران می باشد ([Sabati](#)).

### بحث

با توجه به نتایج به دست آمده، نمونه سبد چوبی (ترکه بافی) جنس بادام (*Amygdalus*) شناسایی شد. جنس بادام (*Amygdalus*) متعلق به خانواده گل سرخیان (*Rosaceae*) و

استان‌هایی مانند خوزستان، سیستان و بلوچستان، بوشهر، هرمزگان، کرمان، فارس، یزد، مازندران و گیلان در زمینه تولیدات انواع حصیر سرآمد هستند (Yavari et al., 2017). حصیربافی با مجموعه فراگیر تولیدات آن زیرمجموعه صنایع چوبی است. محصولات حصیری با توجه به تولید متنوع به رشته‌هایی مانند لیف‌بافی، موربافی، بافت با ساقه گندم، ترکه‌بافی (سبببافی چوبی)، جم‌بافی، مرواریدبافی، بامبوفافی و چیغ‌بافی تقسیم می‌شوند (Kolahkaj & Banitamim, 2022). نمونه‌های حصیر به‌دست آمده در بین‌النهرین و آفریقا گواه آن است که حصیربافی و سبببافی منشأ نه فقط نساجی، بلکه سفالگری یا کوزه‌گری نیز بوده است (Yavari et al., 2017). کشف این سبب چوبی در اکتشافات معدنی در منصورآباد یزد نیز نشان‌دهنده قدمت و تداوم این سنت کهن در فلات مرکزی ایران و گویای ارتباط فرهنگی منطقه با شیوه‌های معیشتی مبتنی بر کشاورزی و باغداری در حاشیه کویر است و نیاز است که بیشتر مورد مطالعه و توجه قرار گیرد.

هر سه نمونه داربست چوبی معدن، مشخصات آناتومیکی یکسانی داشتند. با توجه به این مشخصات این نمونه‌ها از خانواده Elaeagnaceae و گونه سنجد (Elaeagnus angustifolia) شناسایی شدند. سنجد با نام عمومی Oleaster از خانواده Elaeagnaceae می‌باشد. جنس سنجد حدود ۴۰ گونه دارد که بومی آسیا، اروپا و شمال آمریکا می‌باشد. گونه *Elaeagnus angustifolia* درخت یا درختچه‌ای خزان‌کننده، با شاخه‌های درخشان اغلب قهوه‌ای تیره می‌باشد که در ایران پراکنش قابل‌توجهی دارد و علاوه بر پراکنش آن به‌صورت خودرو در بعضی نقاط، در بسیاری از استان‌ها مانند یزد، اصفهان و فارس نیز به دلیل استفاده از چوب و میوه آن از گذشته دور کاشته می‌شود (Mozaffarian, 2005). در گذشته انتخاب گونه‌های چوبی برای سازه‌های باستانی معمولاً شامل هزینه‌های حمل‌ونقل زیادی بوده است. بنابراین، رعایت اصل «انتخاب محلی» معمولاً مورد توجه قرار می‌گرفت و از گونه‌های بومی و دست

ترکه‌بافی یا سبببافی چوبی (زیرمجموعه صنعت حصیربافی) نوعی دست‌بافت از ساقه گیاهان است که ماده اولیه موردنیاز این هنر صناعی ساقه‌های نارس گیاهان، درختان و درختچه‌ها (مانند بادام کوهی) می‌باشد که استان یزد به‌ویژه شهر مهریز یکی از سرآمدان این صنعت در کشور می‌باشد (Kolahkaj & Banitamim, 2022). واژه ترکه در فرهنگ نفیسی «شاخه بلند و باریک و سبز از هر درختی» و در لغت‌نامه دهخدا، «شاخه جوان و تر و باریک» معنی شده است. گونه بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) با داشتن شاخه‌های ترکه‌ای و راست یکی از گونه‌های مهم و فراگیر عرصه‌های طبیعی کشور ماست که در مناطق وسیعی از دامنه‌های کوهستانی و ارتفاعات کشور از جمله در بخش کوهستانی منطقه ایران و تورانی در مرکز، شرق و غرب کشور پراکنش دارد (Sedaghat & Pazhouhanmehr, 2014). از این جهت با توجه به نتایج بررسی‌های میکروسکوپی به‌احتمال زیاد سبب چوبی از بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) ساخته شده است. یادآوری می‌شود که نمونه‌های گرفته شده از سبب چوبی، شاخه‌های یکساله بودند که مطالعه آناتومیکی آنها را به دلیل داشتن تنها یک فصل رویشی و حجم کم چوب، نسبت به نمونه‌های چوبی چندساله دشوار می‌کند. Nosrati و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه آناتومی چوب شیشم نشان دادند که طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره و ضخامت دیواره از مغز به سمت پوست افزایش می‌یابد (Nosrati et al., 2015). این پدیده را می‌توان به افزایش سن کامبیوم نسبت داد، جایی که طویل شدن سلول‌های اولیه دوکی‌شکل و تقسیمات بعدی سلول‌های کامبیوم منجر به تکامل سلولی و تولید سلول‌هایی با ابعاد بزرگ‌تر می‌شود (Zobel and Buijtenen, 1989).

طبق اطلاعات محلی و تجربه افرادی که در کار ترکه‌بافی استاد هستند، شاخه‌های بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) با داشتن انعطاف مناسب بسیار برای این کار مناسب می‌باشند. حصیربافی در ایران قدمتی طولانی دارد، با وجود وسعت و گستردگی مناطق تولید حصیر در ایران،

زیاد چوب مورد استفاده در ساخت کفش چوبی معدن کاری از این گونه می باشد. ویژگی های آناتومیکی چوب داغداغان شباهت زیادی به چوب آزاد دارد ولی سلول های بزرگ حاشیه اشعه چوبی گونه داغداغان علاوه بر اینکه به صورت انفرادی حضور دارند، به صورت پشت سر هم و پیوسته نیز مشاهده می شوند که حالت اخیر به ندرت در چوب گونه آزاد مشاهده می شود (Safdari & Golchinfar, 2011). در تصاویر مقاطع میکروسکوپی کفش چوبی نیز چنین حالتی مشهود بود. چوب داغداغان دارای رنگ خاکستری مایل به سفید، دانسیته بالا، کشسان (ارتجاعی)، مقاوم در برابر رطوبت و دوام بالایی دارد، از این رو در گذشته برای ساخت ابزار و دسته ابزار، چهارچوب در و پنجره، ارابه، قایق، منبت کاری، آلات موسیقی و تولید زغال با کیفیت بالا استفاده می شده است (Magni & Caudullo, 2016). با توجه به این ویژگی های برجسته مکانیکی و فیزیکی، می توان نتیجه گیری کرد که انتخاب چوب داغداغان برای ساخت کفش چوبی معدن کاران (رطوبت بالا و لیز بودن زمین در معادن) انتخابی بسیار هوشمندانه توسط سازندگان کفش در گذشته بوده است.

**Cho و Lee (2015)** تحلیلی تطبیقی از کفش های چوبی باستانی (Namagsin) در کره و ژاپن که از محوطه های مربوط به قرن سوم پیش از میلاد و قرن هشتم میلادی کاوش شده اند، ارائه دادند. این تحقیق، کفش ها را بر اساس ویژگی های ریخت شناسی به دو شکل طبقه بندی کرد: کفش های چوبی تخت و کفش های چوبی بدون بند. مطالعات آنان نشان داد خاستگاه، جنس و شکل گیری فرهنگ کفش های چوبی در هر دو کشور اساساً به دلیل دسترسی آسان به گونه های چوب محلی به عنوان ماده اولیه امکان پذیر شده است. در کره، از کاج و توسکا برای ساخت کفش ها استفاده شده بود، در حالی که کفش های ژاپنی عمدتاً از چوب سدر، سرو و شاه بلوط ساخته شده بودند (Lee & Cho., 2015). همچنین کفش های چوبی، هر دو نمونه کره ای و ژاپنی شباهت های اساسی با هم داشتند، آنها با داشتن اشکال مستطیلی و بیضی از یک تکه چوب تراشیده شده بودند و سوراخ هایی برای بستن کفش با بند بر

کاشت برای این منظور استفاده می شد. احمدی و همکاران (2018) نیز در مطالعه چوب های به کار رفته در اجزای سازه ای هفت بنای تاریخی مربوط به دوران صفوی و قاجار به این نتیجه رسیدند که چوب های مورد استفاده از جنس صنوبر بوده و در آن زمان ها در منطقه مورد کشت قرار می گرفت. استفاده از چوب گونه *Elaeagnus angustifolia* در ساختار سازه های باستانی و لوازم چوبی در اکتشافات سایت (Niya) در ناحیه خودمختار (Xinjiang Uygur) کشور چین گزارش شده است (Yang et al., 2024). این گونه با داشتن دانسیته خشک 0/53 گرم بر سانتیمتر مکعب، مدول الاستیسیته 4.6 گیگاپاسگال و مقاومت خمشی 61 مگاپاسگال از نظر ویژگی های مکانیکی چوب مقاومی است (Ayata & Bell, 2019). با توجه به اینکه از گذشته به صورت خودرو یا دست کاشت در استان یزد وجود داشته و علاوه بر ارزش بالای میوه آن، از نظر غذایی و دارویی در طب نوین و سنتی (Ahmadiani et al., 2007) استفاده از آن به عنوان داربست چوبی در معادن نشان از دانش بالای معماران گذشته از ویژگی های فیزیکی و مکانیکی چوب های محلی و بومی بوده است.

نمونه کفش چوبی با توجه به ویژگی های آناتومیکی جنس داغداغان (*Celtis*) شناسایی شد. این جنس جزء پهن برگان، از راسته *Urticales* و متعلق به خانواده *Celtidaceae* که در گذشته متعلق به خانواده *Ulmaceae* بوده است. در ایران 4 گونه از این جنس گزارش شده است که پراکنش آن ها عمدتاً در شمال ایران (جنگل های هیرکانی و رشته کوه البرز)، رشته کوه زاگرس و برخی مناطق شمال غرب و غرب کشور است و بیشتر در نواحی کوهستانی و جنگل های نیمه خشک رشد می کنند (Sabeti, 2003). گونه *Celtis caucasica* یا درخت تا (چوب نظر) نسبت به سایر گونه ها پراکنش گسترده تری دارد و در کوهستان های زاگرس و بخش هایی از مرکز ایران دیده می شود. وجود این گونه در دره دام گاهان شهر مهریز یزد نیز گزارش شده است (Mozaffarian, 2005)؛ بنابراین می توان گفت که به احتمال

حوزه باستان‌شناسی می‌باشد.

#### سیاسگزاری

بدین وسیله از همکاری سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور به‌ویژه مسئولان موزه علوم زمین که امکان نمونه‌برداری از اشیاء چوبی باستانی را فراهم کردند، قدردانی می‌گردد.

روی آنها ایجاد شده بود. نمونه کفش باستانی مورد مطالعه در این تحقیق (شکل ۱، الف) نیز از نظر ساختار و معماری (چوب یک‌تکه، شکل تخت و بیضی مانند و سوراخ‌های تعبیه‌شده روی آن) شبیه نمونه‌های یافت شده در کره و ژاپن است. شباهت ساختاری نمونه کفش یافت شده در اکتشافات معدنی منطقه منصورآباد یزد با نمونه‌های کره و ژاپن، پرسش‌های علمی عمیقی را می‌تواند در مورد شبکه‌های تجاری و انتقال فناوری مطرح کند که نیاز به بررسی‌های بیشتر و دقیق‌تر در

#### References

- Abdrabou, A., Zidan, E., Nishisaka, A., Kurokochi, H. and Yoshimura, S., 2022. King Khufu's second boat: scientific identification of wood species for Deckhouse, Canopy, and Forecastle. *Forests*, 13(12): p.2118. <https://doi.org/10.3390/f13122118>
- Ahmadi, H., Pourtahmasi, L. and Mohammadi A. M., 2018. Wood Identification of Structural Elements of Seven Historical Buildings Related to Safavid and Qajar Periods. *Maremat & Me'mari-e Iran*, 8 (15): 107-118.
- Ahmadiani, A., Hosseiny, J., Semnianian, S., Javan, M., Saeedi, F., Kamalinejad, M. and Saremi, S., 2000. Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Elaeagnus angustifolia* fruit extract. *Journal of ethnopharmacology*, 72(1-2):287-292. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(00\)00222-1](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(00)00222-1)
- Ayata, Ü. and Bal, B.C., 2019. İzmir'de yetişen iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununda bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21 (3): 751-757. <https://doi.org/10.24011/barofd.589247>
- Cartwright, C.R., 2015. The principles, procedures and pitfalls in identifying archaeological and historical wood samples. *Annals of Botany*, 116(1): 1-13. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv056>
- Čufar, K., Merela, M. and Erič, M., 2014. A Roman barge in the Ljubljanica river (Slovenia): wood identification, dendrochronological dating and wood preservation research. *Journal of archaeological science*, 44: 128-135. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.01.024>
- Daneshzadeh, R., Oladi, R., Pourtahmasi, K. and Rahmani, G., 2024. Identification of the Timbers used in Saqanefars of Mazandaran (Case Study: Qaemshahr City). *Parseh Journal of Archaeological Studies*, 7(26): 363-382.
- Dotte-Sarout, E., Carah, X. and Byrne, C., 2015. Not just carbon: assessment and prospects for the application of anthracology in Oceania. *Archaeology in Oceania*, 50(1): 1-22. <https://doi.org/10.1002/arco.5041>
- Franklin, G.L., 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature*, 155(3924):51-51. <https://doi.org/10.1038/155051a0>
- Gärtner, H., Lucchinetti, S. and Schweingruber, F.H., 2014. New perspectives for wood anatomical analysis in dendrosciences: the GSL1-microtome. *Dendrochronologia*, 32(1): 47-51. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2013.07.002>
- Giachi, G., Guidotti, M.C., Lazzeri, S., Macchioni, N. and Sozzi, L., 2021. Wood identification of some coffins from the necropolis of Thebes held in the collection of the Egyptian museum in Florence. *Journal of Cultural Heritage*, 47: 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.09.007>
- Giachi, G., Guidotti, M.C., Lazzeri, S., Sozzi, L. and Macchioni, N., 2016. Wood identification of the headrests from the collection of the Egyptian Museum in Florence. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 9: 340-346. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.08.027>
- Khatamsaz, M., 1992. *Flora of Iran, Rosaceae Family. First Edition. Publications of the Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran. 352 p.*
- Kobayashi, K., Hwang, S.W., Lee, W.H. and Sugiyama, J., 2017. Texture analysis of stereograms of diffuse-porous hardwood: identification of wood species used in Tripitaka Koreana. *Journal of Wood Science*, 63(4): 322-330. <https://doi.org/10.1007/s10086-017-1625-4>
- KolajKaj, M. and BaniTamim, M., 2022. An Ethnographic Study of Basketry (Mat Weaving Products) by Arab Ethnicity in Khuzestan. *Journal of Iranian Handicrafts Studies*, 5(1): 59-74. doi:

- 10.22052/hsi.2022.246324.1018.
- Lech, J., 2019. Professor Gerd Weisgerber (1938–2010). A Commemoration. *Archaeologia Polona*, 50: 219-223.
- Lee, H.J. and Cho, W.H., 2015. The Characteristics of Types on Ancient Wooden Shoes (*Namagsin*) of Korea and Japan. *Journal of the Korean Society of Costume*, 65(6): 1-14. <https://doi.org/10.7233/jksc.2015.65.6.001>
- Magni, D. and Caudullo, G., 2016. *Celtis australis* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *European Atlas of Forest Tree Species*; San-Miguel-Ayaz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A., Eds, p80.
- Maleki-Golandoz, M., and HosseinKhani, H., 2013. Identification and recognition of historical pulpwood of Mashkul. Shamsheh: Electronic Publication of the Organization of Libraries, Museums and Documents Center of Astan Quds Razavi, 5(19–20): 1–12.
- Martin, D.L., Harrod, R.P. and Pérez, V.R., 2013. *Bioarchaeology: An integrated approach to working with human remains*. Springer Science and Business Media, 262p.
- Mozaffarian, V., 2005. *Trees and Shrubs of Iran* (In Persian). Farhang Moaser Publishers, Tehran, 1100 p.
- Nong, K., Zhang, G., Wang, L., Cheng, Y. and Jiang, H., 2023. Prehistoric wooden bows and arrows in the Turpan Basin, Northwest China: Wood selection and utilization in a mosaic landscape. *Archaeometry*, 65(4): 881-896. <https://doi.org/10.1111/arc.12846>
- Nosrati, B., Haghpanah, M., Masoudifar, M. and Dorostkar, A., 2015. Comparative on the Microscopic Properties of wood near the pith to bark in *Dalbergia sissoo* in ShoshDanial. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 30(3): 351-361. doi: 10.22092/ijwpr.2015.12930
- Piqué, R., Morera, N., Revelles, J., Castells, E., López-Bultó, O., Franch, A. and Burjachs, F., 2021. The distribution and use of box (*Buxus sempervirens* L.) in the northeastern Iberian peninsula during the Holocene. *Environmental Archaeology*, 26(2): 179-191. <https://doi.org/10.1080/14614103.2018.1515054>
- Sabeti, H., 2003. *Forest, Trees and Shrubs of Iran*. Ministry of Agriculture and Natural Resources, 874P.
- Safdari, V.R. and Golchinfar, M., 2011. Comparative wood anatomy of wych elm, English elm, Caucasian elm and hackberry. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 26(3): 564-578.
- Sedaghat, N. and Pazhouhanmehr, S., 2014. The evaluation of the quality properties of kernel oil from *Amygdalus scoparia* growing wild in Iran under different storage conditions and packaging. *Journal of Food Science and Technology*, 43: 11-23.
- Shi, S., Xiao, C., Li, Z., Wang, Y., Wang, H., Niu, Z., Zhang, H., Lin, P., Liu, X., Lu, L. and Shi, J., 2025. Tree-ring dating of the construction of the Yinshan tomb in Shaoxing, Zhejiang Province: A preliminary study. *Science China Earth Sciences*, 68(6): 1960-1973. <https://doi.org/10.1007/s11430-024-1572-5>
- Timar, M.C., Gurau, L., Cionca, M. and Porojan, M., 2010. Wood species for the biedermeier furniture—a microscopic characterisation for scientific conservation. *International Journal of Conservation Science*, 1(1): 3-12.
- Wang, R., Shang, Y., Cheng, Y., Pan, B. and Jiang, H., 2025. Wood utilization and cultural integration indicated by woodware excavated from ancient Turpan, Xinjiang. *npj Heritage Science*. 13: 184 <https://doi.org/10.1038/s40494-025-01750-7> <https://doi.org/10.1038/s40494-025-01750-7>
- Wheeler, E.A., Baas, P. and Gasson, P.E. eds., 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification, 10: 219-332. <https://doi.org/10.1002/fedr.4911011106>
- Xu, L., Yang, W., Liu, M., Wang, Z. and Liu, X., 2025. Wood Species Identification and Property Evaluation of Archaeological Wood Excavated from J1 at Shenduntou Site, Fanchang, Anhui, China. *Forests*, 16(7): 1173. <https://doi.org/10.3390/f16071173>
- Yang, Y., Ji, H., Li, B., Chen, L., Song, X. and Zhao, J., 2024. Wood utilized for wooden components in ancient buildings of Tingbao Yang's former residence. *IAWA Journal*, 45(4): 535-552. <https://doi.org/10.1163/22941932-bja10156>
- Yavari, H., Ashrafi, M., Kavooosi, M. and Nasiri, M., 2017. *Mats and mat-like handicrafts of Iran*. Sayeban-e Honar, 200p.
- Zhang, L., Liu, C. and Zhou, T., 2022. Experimental study on mechanical properties of column foot of ancient timber structures—Take the drum-shaped plinth as an example. *Structures*, 40: 1002–1013. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.04.032>
- Zobel, B.J. and Van Buijtenen, J.P. (2012) *Wood Variation: Its Causes and Control*. Springer Science & Business Media, Berlin, 375P.