

شناسایی چوب‌های به کار رفته در اجزای سازه‌های هفت بنای تاریخی مربوط به دوران صفوی و قاجار

حسین احمدی* کامبیز پورطهماسی** محسن محمدی آچالویی***

چکیده

۱۰۷

شناسایی گونه‌های چوب به کار رفته در اجزای سازه‌های بناهای تاریخی در جهت شناخت تکنیکی اجزای به کار رفته در این آثار، از اهمیت بالایی برخوردار است. در این راستا، هفت بنای تاریخی در استان‌های البرز، اصفهان و آذربایجان شرقی مربوط به دوره‌های صفوی و قاجار مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌برداری‌ها از اجزای باربر چوبی سازه‌های تاریخی انجام شد به نحوی که موجب آسیب بصری و مکانیکی در سازه‌ها نشود. آماده‌سازی نمونه‌های برای تهیه مقاطع میکروسکوپی و مطالعه آنها بر اساس استاندارد IAWA، صورت پذیرفت. بررسی مقاطع میکروسکوپی در تمامی نمونه‌ها، نشان‌دهنده ویژگی‌هایی است که با مشخصات آناتومیک خانواده Salicaceae و جنس صنوبر (*Populus spp*) مطابقت دارد. با توجه به این که محدوده‌های جغرافیایی مربوط به نمونه‌های مورد مطالعه نزدیک به رویشگاه‌های گونه‌های *Populus nigra L* و *Populus alba L* است، می‌توان گفت که به احتمال زیاد این نمونه‌ها یکی از این دو گونه می‌باشند. این گونه‌ها که در زمره درختان سریع‌الرشد و بومی ایران به حساب می‌آیند، دارای چوبی راست تار، بافت ریز، یکنواخت و دانسیته پایین هستند و از گذشته تا کنون استفاده‌های مختلفی داشته‌اند. طول دوره بهره‌برداری کم، سهل‌الوصول بودن، سبکی، ویژگی‌های مناسب فیزیکی و توان تحمل تنش‌های مکانیکی بالا، موجب استفاده از آنها در ساختارهای معماری در گذشته شده است. این امر نشان‌دهنده این موضوع است که معماران با شناخت مناسب تجربی از ویژگی‌های فیزیکی این چوب‌ها، اقدام به به کارگیری از آنها در سازه‌ها نموده‌اند.

کلیدواژه‌ها: چوب، درختان سریع‌الرشد، سازه‌های عصر صفوی و قاجار، گونه‌شناسی، *Populus spp*.

h.ahmadi@aui.ac.ir

Portahmsi@ut.ac.ir

mohsen.mohammadi@aui.ac.ir

* دانشیار، دانشکده مرمت، دانشگاه هنر اصفهان.

** استاد، گروه علوم چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

*** استادیار، دانشکده مرمت دانشگاه هنر اصفهان (نویسنده مسئول).

مقدمه

چوب، ماده‌ای آلی است که به‌دلیل در دسترس بودن، از ابتدای تاریخ توسط انسان مورد استفاده واقع گردیده است و دسترسی مناسب و ساده و خصوصیات آن باعث شده است که همواره یکی از موادی باشد که استفاده از آن استمرار یابد و آثار چوبی گوناگون باقی‌مانده از گذشته شاهد این مدعا است. این آثار، از جنبه‌های کارکردی و تزیینی واجد ارزش می‌باشند. در طول تاریخ برخی از چوب‌ها با توجه به مورد استفاده، کاربرد بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها داشته‌اند (آزمایشگاه فرآورده‌های جنگلی ایالات متحده آمریکا، ۱۳۹۱: ۳ و ۴). به‌عنوان مثال، چوب بلوط اهمیت زیادی در زمینه کشتی‌سازی داشته است که می‌توان به کشتی ماری رز^۱ (Pitman et al, 1993)، کشتی واز^۲ (Mortensen et al, 2007; Giorgi et al, 2005) و کشتی کوگ^۳ (Hoffmann, 2001) اشاره کرد و یا چوب‌های گیلان و گردو که بیشتر در ساخت میلمان به‌کار رفته‌اند (Rivers et al, 2003: 14-20, 28, 23-24). پیشینه استفاده از چوب توسط انسان در جهان به دوران نوسنگی می‌رسد. در مورد پیشینه استفاده از چوب در ایران، گیرشمن معتقد است که مردم بومی ایران که قبل از مهاجرت آریایی‌ها در ایران می‌زیستند در حدود ۱۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ سال قبل از میلاد از چوب استفاده کرده‌اند (گیرشمن، ۱۳۸۱: ۴۰). در تمدن‌های گوناگون، چوب کاربردهای مختلفی داشته است؛ مثلاً استفاده از چوب‌های سدر، کاج، سرو و صنوبر برای ساخت اسکلت و استخوان‌بندی و بلوط و شاه بلوط در تزیینات معماری در آثار تاریخی کشور ژاپن نیز معمول بوده است (ویلکینسون، ۱۳۸۶: ۲۳). در ایران نیز از گذشته تا کنون، استفاده از چوب نقش مهمی در ایجاد ساختارهای معماری داشته است که وجود آثار مختلف مؤید این مطلب است. باقی‌ماندن آثار متعدد معماری از دوره صفویه و پس از آن، امکان مطالعه ویژگی‌های مختلف آثار این دوران را میسر نموده است.

علاوه بر کشفیات باستان‌شناختی، بسیاری از ساختارها و بناهای تاریخی حاوی بخش‌هایی هستند که اجزای ساخته‌شده از چوب، جزو لاینفک آنها محسوب می‌شوند. با توجه به تنوع و اهمیت استفاده از چوب در ساختارهای معماری تاریخی، لازم است که چوب‌های پرکاربرد در این ساختارها و ویژگی‌های آنها شناسایی گردد. این امر نشان می‌دهد که آیا استفاده از چوب بر اساس انتخابی آگاهانه در گذشته صورت می‌گرفته است و یا این که هر گونه چوب در دسترس بدون توجه به نوع آن مورد استفاده قرار داشته است. پژوهش‌های مشاهده‌شده

در این زمینه در بیشتر موارد از منظر هنری به مطالعه این‌گونه آثار پرداخته‌اند. شناسایی‌های انجام‌شده نیز بیشتر بر اساس دیدگاه‌های تجربی و مبتنی بر تجربیات ماکروسکوپی استوار بوده است و به‌ندرت مطالعات سیستماتیک علمی در جهت مطالعه و شناخت گونه‌های چوب انجام شده است. در این راستا، در پژوهش حاضر سعی شده است که چوب‌های مورد استفاده در ساختارهای معماری هفت بنای تاریخی با توجه به خصوصیات میکروسکوپی از نظر گونه‌شناسی مورد مطالعه قرار گیرند.

پیشینه تحقیق

در ایران نیز از گذشته‌های بسیار دور، چوب توسط بشر در ساختارهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است و ساختارهای چوبی، بخش مهمی از آثار تاریخی-فرهنگی را شکل می‌دهند. استفاده از چوب شاه‌گز در ساخت اشیای کاربردی روزمره در هزاره دوم پیش از میلاد در شهر سوخته سیستان نیز به‌اثبات رسیده است (محمدی، ۱۳۸۶: ۵۴-۵۲). شهر سوخته نیز از مهمترین محوطه‌های پیش از تاریخ ایران است که آثار چوبی مختلفی مربوط به هزاره سوم تا هزاره اول قبل از میلاد در آن کشف شده است (Mohammadi et al, 2011) و در شهرستان زابل در ۵۵ کیلومتری هم‌جوار جاده زابل به زاهدان قرار دارد (پازوکی و همکاران، ۱۳۸۴: ۲۲۲). در کتیبه‌های هخامنشی از دارپوش، از چوب یاکا نام برده می‌شود که بنا به نظر محققین، چوبی به‌رنگ قهوه‌ای سیر و سخت و بادوام است و درخت آن در هندوستان و پاکستان و افغانستان رشد می‌کند و جزو درختان بومی جنوب شرقی ایران است و گونه آن Dalbergiasissoo Roxb می‌باشد (وولف، ۱۳۸۴: ۶۷). علاوه بر آثاری چون کاخ‌های صفوی موجود در اصفهان، استفاده از چوب‌های مختلفی چون سرو، سدر، کاج، ساج، چنار، تبریزی و غیره از آغاز دوران اسلامی معمول بوده است (Blair et al, 2009: 419-439). در زمان ساسانیان از چوب سرو برای نگاه‌داشتن فشار افقی سقف‌های طاق استفاده می‌شده است (وولف، ۱۳۸۴: ۶۹). شهر قم به ساختن صندلی‌های مرغوب، مشهور بوده است و در قرن چهارم شانه و کاسه‌های از چوب خلنج که از جنگل‌های طبرستان تهیه می‌گردید، در شهر ری ساخته می‌شد (برونشتاین، ۱۳۸۷). منابع مهم الوار ساختمانی ارزان نیز بیدهای سریع‌الرشد و چنارهای دو طرف نهرها ذکر شده است، هم‌چنین جنگل‌های بلوط در دره‌های کوهستان‌های زاگرس به‌عنوان منبع تأمین چوب در گذشته یاد شده (وولف، ۱۳۸۴: ۶۷) و لیکن نمونه‌های این چوب در آثار ایران در



مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، تحقیقی تجربی و تحلیلی است که در آن با توجه به بررسی‌های آزمایشگاهی نمونه‌های چوب به‌دست‌آمده از بناهای تاریخی نسبت به شناخت چوب‌های به‌کار رفته، در ساخت اجزای سازه‌ای در این بناها اقدام نموده است.

جهت شناسایی چوب، ابتدا نمونه‌های مختلف چوب از آثار مختلف تهیه گردید. آثار مربوط به نمونه‌های موردبررسی، در جدول ۱ خلاصه شده است. این نمونه‌برداری‌ها، از بخش‌های سازه‌ای و در نقاطی انجام شد که در دید نبودند و فرآیند نمونه‌برداری موجب آسیب سازه‌ای نمی‌گردید. با نمونه‌برداری در کوشک و آسیاب ناژوان، امکان نمونه‌برداری از سه نقطه میسر گشت و فرآیند گونه‌شناسی در هر سه نمونه (A، B و C) انجام شد.

آماده‌سازی نمونه‌ها با استفاده از مواد و ترکیبات در فرم تجاری Merck انجام شد. تهیه مقاطع سه‌گانه چوب بدون استفاده از میکروتوم و به‌صورت دستی و با استفاده از تیغ بیستوری شماره ۲۳ انجام و جهت بررسی این مقاطع نازک، از میکروسکوپ نوری عبوری ERMA مدل BM-8bi و میکروسکوپ استریو مدل ZSM-1001-3E ساخت شرکت صنایع اپتیک اصفهان (صایران) استفاده شد.

نمونه‌ها به‌صورت مکعب‌هایی تقریبی به‌ابعاد ضلع ۵/۰ تا ۱ سانتی‌متر از چوب اصلی تهیه شده بودند. این نمونه‌ها جهت آماده‌سازی برای تهیه مقاطع، به‌مدت ده روز در محلول ۵۰٪ اتانول و گلیسرین قرار داده شدند تا قابلیت تهیه مقاطع را پیدا کنند. پس از این مدت، نمونه‌ها از محلول خارج شده و در روی یک صفحه شیشه‌ای نسبت به تهیه مقاطع نازک از آنها اقدام گردید.

مقاطع عرضی، مماسی و شعاعی با استفاده از تیغ بیستوری و به‌روش دستی تهیه شدند، به‌گونه‌ای که از نازکی قابل‌قبولی برای مطالعات میکروسکوپی برخوردار باشند و آماده‌سازی آنها برای مطالعات میکروسکوپی بر اساس دستورالعمل IAWA صورت گرفت. در بعضی از نمونه‌ها به‌دلایل استحکامی، از

حد قابل‌توجهی تا کنون شناسایی نشده است. هم‌چنین استفاده از چوب در ساخت بناها همراه با تزیینات مختلف در دوره صفویه به بعد رواج داشته است (پوپ، ۱۳۸۷) که از جمله آنها می‌توان به بناهایی چون عالی‌قاپو، چهلستون، مسجد شیخ لطف‌الله و مسجد و مدرسه مادر شاه اشاره نمود. اولناریوس در قرن شانزدهم، چوب چنار را مهم‌ترین چوب مورداستفاده در ساخت در و پنجره‌ها ذکر نموده است (وولف، ۱۳۸۴: ۶۹). بررسی‌های تاریخی گویای کاربرد چوب‌های گردو، توت و چنار در ساخت بناها می‌باشد، هر چند دو نمونه چوب سدر در آثار باقی‌مانده در تخت‌جمشید شناسایی شده است (ملکی‌گلندوز و حسین‌خانی، ۱۳۹۲). استفاده از چوب صنوبر (*Populus sp*) در آثاری چون دسته‌چوبی سرنیزه‌های مفرغی مربوط به اواخر هزاره دوم یا اوایل هزاره اول قبل از میلاد (قجر، ۱۳۹۲: ۵۵-۵۱) و دسته‌چوبی خنجرهای مکشوفه در مشکین‌شهر (رسالت، ۱۳۹۱: ۶۰) و آثار متأخری چون میز خاتم‌کاری موزه قاجار تبریز (دلدار، ۱۳۹۲: ۴۱-۳۸) گزارش شده است. شناسایی چوب‌های به‌کاررفته در فضاهای اندرونی و بیرونی خانه رشوند در استان قزوین، نشان‌دهنده استفاده از چوب صنوبر بوده است (صفدری، ۱۳۸۷). البته استفاده از این گونه‌های چوب در ساخت پرده‌های چوبی (دارای تزیینات نقاشی) بناهای تاریخی شهر شیراز نیز شناسایی شده است (رشوند، ۱۳۹۱: ۲۶-۲۷). تفکیک گونه‌های صنوبر در آثار تاریخی نیز موضوعی است که بعضاً موردتوجه محققین قرار داشته است. Tennessen و همکاران (2002) پس از مطالعه گونه‌شناسی چوب‌های به‌کار رفته در باقی‌مانده‌های پیش از تاریخ، شناسایی گونه‌های *Populus sp* را آغاز نمودند. آنها از طریق مقایسه قطر حفرات آوندی، موفق به تفکیک Cottonwood از سایر گونه‌های صنوبر شدند. لیکن گونه‌های چوب استفاده‌شده در اجزای سازه‌ای بناهای تاریخی ایران، موضوعی است که به‌درستی موردمطالعه قرار نگرفته و پژوهش پیرامون آن کاملاً محسوس است.

جدول ۱. آثار مربوط به نمونه‌های موردزیایی جهت گونه‌شناسی و شهری که در آن قرار دارند

نمونه	کوشک و آسیاب ناژوان	مسجد سفید	مسجد اسماعیل‌آباد	مسجد مهرآباد	کاخ شهرستانک	قلعه دزدبند	خانه سوکیاس
دوره تاریخی، شهر	قاجار، اصفهان	صفوی، مراغه	صفوی، بناب	صفوی، بناب	قاجار، کرج	قاجار، کرج	صفوی، اصفهان
نمونه‌برداری	ستون-تیر سقف	تیر سقف	تیر سقف	تیر سقف	تیر سقف	تیر سقف	ستون

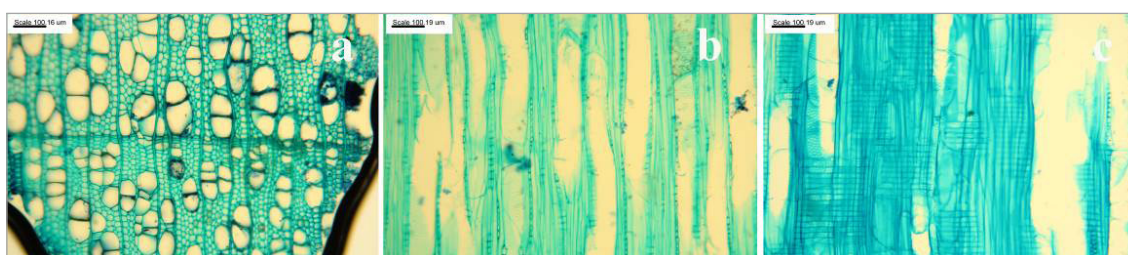
(نگارندگان)

ایران نقش مهمی دارند، وضوح یا عدم وضوح دوایر رویشی، نوع پره چوبی و قابلیت رؤیت‌بودن آن، آرایش آوندها و وجود یا عدم وجود پارانشیم‌های طولی دانسته شده است (صفدری و حمصی، ۱۳۸۶). بررسی این ویژگی‌ها نشان داد که نمونه‌ها احتمالا از خانواده Salicaceae و چوب صنوبر (Populus spp) می‌باشند. تصاویر ۱ تا ۹ مربوط به مقاطع میکروسکوپی تهیه‌شده از نمونه‌های به‌دست‌آمده از مناطق مختلف هستند. بررسی مقاطع، نشانگر ویژگی‌های آناتومیک همسانی هستند. در مقاطع عرضی، چوبی پراکنده آوند مشاهده می‌شود که حد دوایر رویشی آشکار است. قطر حفرات آوندی در چوب آغاز

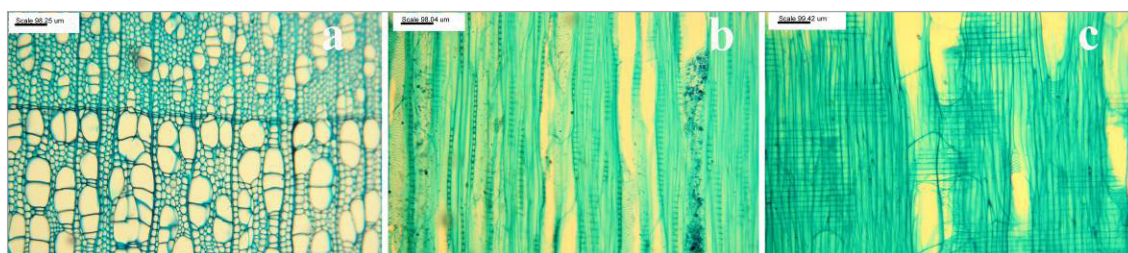
باقی ماندن زیاد مقاطع در آب ژاول خودداری گشت. رنگ‌آمیزی مقاطع نیز با استفاده از محلول آبی ۱۰٪ متیلن بلو انجام شد. پس از آماده‌سازی، مهم‌ترین ویژگی‌های میکروسکوپی آنها بر اساس کلید شناسایی IAWA استخراج گردید (IAWA Committee, 1989).

نتایج و بحث

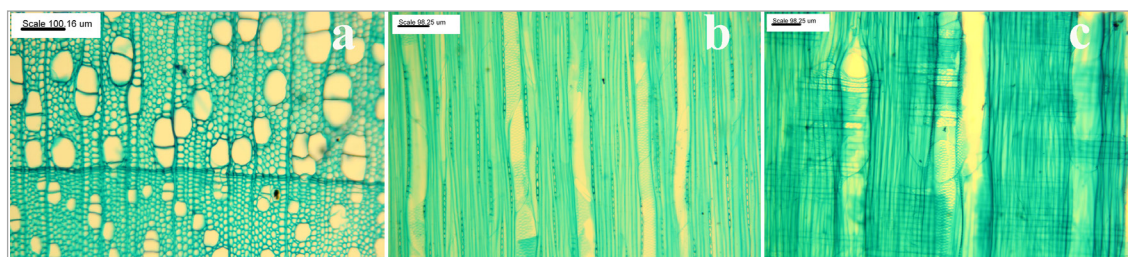
بررسی اجزای سازه‌ای مورد مطالعه، به شرح زیر انجام شد. با توجه به مطالعات انجام‌شده، چهار صفت مهمی که در شناسایی ماکروسکوپی مهم‌ترین گونه‌های پراکنده آوند



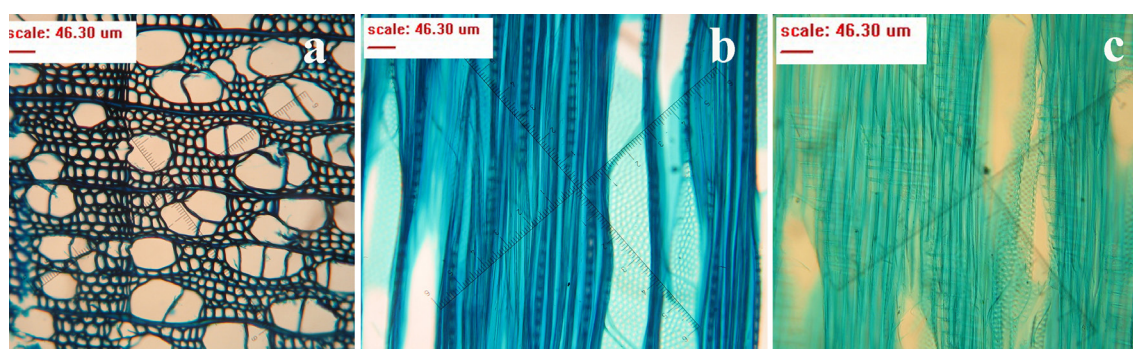
تصویر ۱. مقاطع میکروسکوپی نمونه A از کوشک و آسیاب نازوان: مقاطع عرضی (a)، مماسی (b) و شعاعی (c) (نگارندگان)



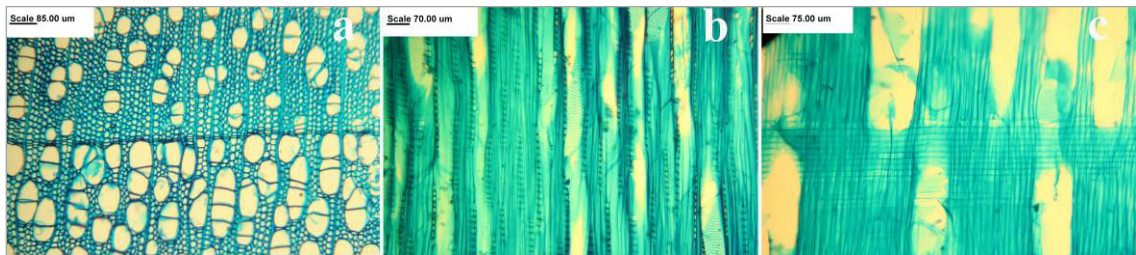
تصویر ۲. مقاطع میکروسکوپی نمونه B از کوشک و آسیاب نازوان: مقاطع عرضی (a)، مماسی (b) و شعاعی (c) (نگارندگان)



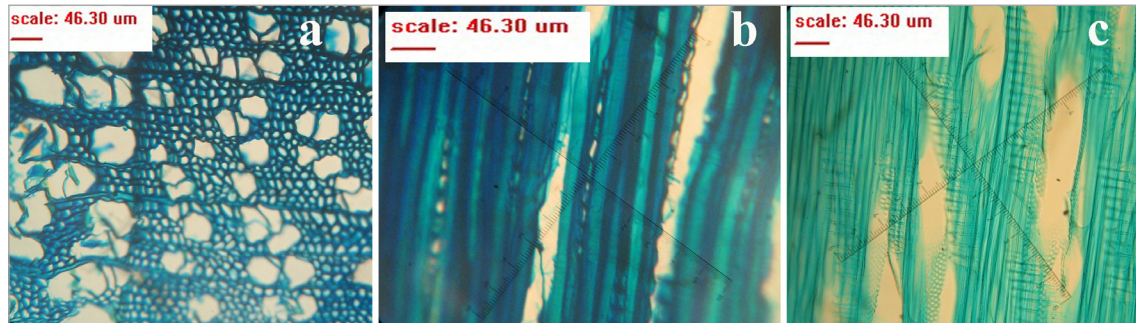
تصویر ۳. مقاطع میکروسکوپی نمونه C از کوشک و آسیاب نازوان: مقاطع عرضی (a)، مماسی (b) و شعاعی (c) (نگارندگان)



تصویر ۴. مقاطع میکروسکوپی نمونه مسجد سفید مراغه: مقاطع عرضی (a)، مماسی (b) و شعاعی (c) (نگارندگان)



تصویر ۵. مقاطع میکروسکوپی نمونه مسجد اسماعیل آباد بناب: مقاطع عرضی (a)، مماسی (b) و شعاعی (c) (نگارندگان)



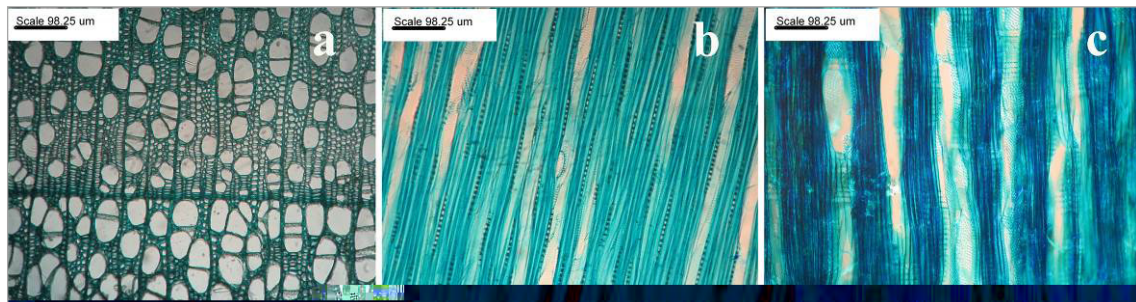
تصویر ۶. مقاطع میکروسکوپی نمونه مسجد مهر آباد بناب: مقاطع عرضی (a)، مماسی (b) و شعاعی (c) (نگارندگان)



تصویر ۷. مقاطع میکروسکوپی نمونه کاخ شهرستانک کرج: مقاطع عرضی (a)، مماسی (b) و شعاعی (c) (نگارندگان)



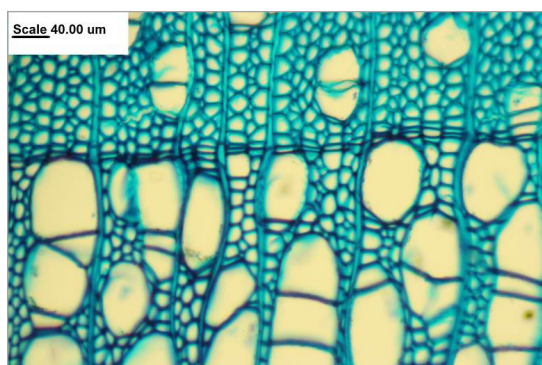
تصویر ۸. مقاطع میکروسکوپی نمونه قلعه دزدبند کرج: مقاطع عرضی (a)، مماسی (b) و شعاعی (c) (نگارندگان)



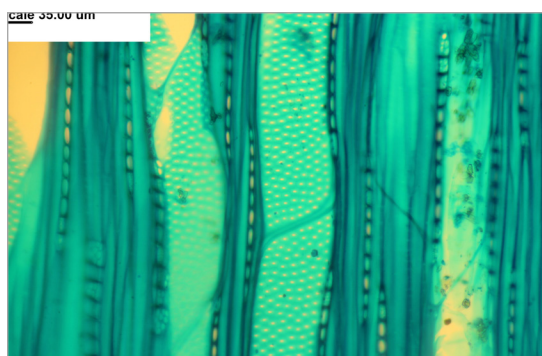
تصویر ۹. مقاطع میکروسکوپی نمونه خانه سوکیاس اصفهان: مقاطع عرضی (a)، مماسی (b) و شعاعی (c) (نگارندگان)

بید زیر رده بی گلبرگان و رده دو لپه‌ای‌ها است (پولادیان، ۱۳۹۰: ۹۹ و ۱۰۰). تیره Salicaceae در اروپا، آسیا و امریکای شمالی گسترش فراوانی داشته و از اهمیت خاصی برخوردار است. گونه‌های *Populus spp* در مرزهای شمالی ایران دیده می‌شوند (مصدق، ۱۳۸۴: ۱۹ و ۲۰ و ۴۹-۴۷).

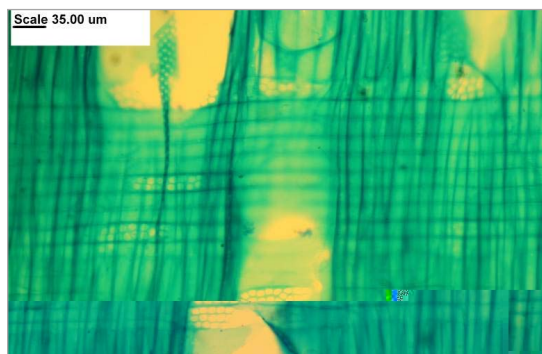
مطالعات اعتمادی و همکاران (۱۳۹۲) نشان می‌دهد که در میان جنس صنوبر (*Populus spp*)، گونه‌های سپیدار و شالک یا تبریزی در مناطق استپی ایران در کنار رودخانه‌ها می‌رویند. گونه *Populus alba L.* که سپیدار یا کبوده خوانده می‌شود، درختی متوسط تا مرتفع با تاج بزرگ است. پوست ساقه آن تا مدت طولانی خاکستری کم‌رنگ است و سرانجام سیاه و ضخیم می‌شود. این گونه در اغلب نقاط ایران وجود



تصویر ۱۰. حد دواير ساليانه در مقطع عرضی (نگارندگان)



تصویر ۱۱. منافذ جدار آوندی در مقطع مماسی (نگارندگان)



تصویر ۱۲. سلول‌های اشعه خوابیده و همگن در مقطع شعاعی (نگارندگان)

بیشتر است و کاهش تدریجی آن به سمت چوب پایان، حالتی شبیه نیمه بخش روزنه‌ای را نشان می‌دهد. حفرات آوندی به دو صورت منفرد و به هم چسبیده در گروه‌های دو، سه و بعضاً چهار تایی با خطوط اتصال تقریباً مستقیم دیده می‌شوند که عمدتاً در جهت شعاعی قرار گرفته‌اند. حفرات آوندی منفرد بیشتر به شکل بیضی مشاهده می‌گردند، به گونه‌ای که قطر بزرگ در امتداد شعاعی قرار گرفته است. آوندهای گروهی از نظر شکلی نامنظمند و گوش‌های مدور و بعضاً زاویه‌دار دارند. آوندها دارای دریچه‌های ساده هستند. قطر حفرات آوندی در ابتدای فصل رویش ۱۰۲-۷۵ میکرومتر و در انتهای فصل رویش ۴۹-۳۱ میکرومتر دیده می‌شود. پارانشیم‌های طولی در انتهای دواير رویشی دیده می‌شوند (تصویر ۱۰). اشعه‌های چوبی بسیار ظریف و متشکل از سلول‌های پارانشیمی، به شکل همگن وجود داشته و تنها از یک ردیف سلول تشکیل شده‌اند. این اشعه‌ها با چشم غیر مسلح در نمونه چوب قابل تشخیص نیستند.

مقاطع مماسی نیز نشان می‌دهند که اشعه چوبی از سلول‌های همگن و هم‌شکل تشکیل شده است و در پهنا فقط یک ردیف سلول دارد و ارتفاع آن به ۱۸ سلول نیز می‌رسد. منافذ جدار آوندی یکنواخت هستند؛ این منافذ، ساده و بیشتر به شکل شش ضلعی و پر تعداد وجود دارند (تصویر ۱۱) و منفذگذاری به صورت متناوب با منافذ مشخص و بزرگ است. ضخامت‌های مارپیچی دیده نمی‌شود.

در مقاطع شعاعی، آوندها دارای منافذ منفرد و ساده هستند. منافذ درشت و فراوان دیده می‌شوند. منافذ بین اشعه و آوند به صورت هم‌اندازه و یکسان در ۲ یا ۳ ردیف افقی قرار گرفته و یک‌شکل، همسان و بزرگ هستند. سلول‌های اشعه همگی خوابیده (بیشتر از چهار ردیف روی هم) بوده و همگن و یکنواخت هستند (تصویر ۱۲). سلول‌های حاشیه پره چوبی، مانند دیگر سلول‌ها یک‌شکل و یکنواخت هستند. بافت از فیبرهای تراکئید تشکیل شده است.

وجود اشعه‌های همگن و متشکل از یک ردیف سلول، این گونه را از چوب‌هایی مانند راش و چنار (که به میزان زیادی در آثار تاریخی کاربرد داشته است) تفکیک می‌کند، زیرا چنار اشعه‌های فراوان و بزرگی دارد و پره‌های چوبی عریض‌تر از آوندها می‌باشند (هارت و جی، ۱۳۸۶: ۱۶ و ۱۷؛ هادلی، ۱۳۸۷: ۱۳۵). با توجه به ویژگی‌های ذکر شده، فقط چوب درختان خانواده Salicaceae در میان گونه‌های ایران این مشخصات را دارد و وجود پره‌های چوبی کاملاً خوابیده و همگن، نشان‌دهنده چوب صنوبر (*Populus spp*) می‌باشد (صفدری، ۱۳۸۷). این گونه‌ها جزو تیره Salicaceae می‌باشند. تیره



است که در گونه بومی سپیدار، افزایش سن، تأثیر معنی داری در اندازه آوندها ندارد (رمضانی و همکاران، ۱۳۹۲).

خصوصیات ذکرشده مربوط به نمونه‌های مورد مطالعه با ویژگی‌های بیان شده برای گونه‌های *P.nigra* و *P.alba* (Schoch et al, 2004; Schweingruber et al, 2006: 79). هر چند منابع تهیه نمونه‌ها در دو پژوهش متفاوت بوده ولی با توجه به گستره کمربند رویشی گونه صنوبر از ایران تا اروپا، می‌توان با احتمال زیاد نمونه‌های مورد بررسی را مربوط به چوب‌های تبریزی و سپیدار دانست. نتایج مربوط به تشریح تبریزی و سپیدار چوب‌های شمال ایران مؤید این امر است (پارسا پژوه و همکاران، ۱۳۸۷، ۱۰۸ و ۱۰۹).

پیش از این، استفاده گسترده از چوب چنار (گونه *Platanus orientalis L.*) در آثار مربوط به معماری دوره صفوی شناخته شده است (محمدی آچالویی، ۱۳۸۸: ۵۹؛ Mohammadi & Achachluei et al, 2012)، ولی این نمونه‌ها بیشتر مربوط به آثار شاخص و بیشتر اجزای تزئینی بوده‌اند. نمونه‌های آثار مورد بحث، نشان‌دهنده چوبی مات هستند. نمونه‌های چوب، شبیه یکدیگر و رنگ نمونه‌ها تقریباً سفید و با تهرنگ مایل به قهوه‌ای بودند. بافت ریز، الیاف راست تار و سبکی آنها نیز مشهود بود. چوب صنوبر سفید و گاهی همراه با تهرنگی صورتی یا قهوه‌ای، راست تار و دارای بافت ریز و یکنواخت و سبک‌وزن است. به علاوه، صنوبر به راحتی خشک می‌شود و نسبتاً چوبی با ثبات در کار بوده و اگر چه چوبی است با دانسیته پایین ولی از توان ارتجاعی بالایی برای تحمل تنش‌های مکانیکی برخوردار است. از سویی، به دلیل سریع‌الرشد بودن و داشتن وارپته‌های مختلف و قابلیت بالای هیبریدسازی، از توانایی خوبی در سازگاری با اقلیم‌های گوناگون دارا می‌باشد؛ به همین دلیل، چوب صنوبر در زمره گونه‌های با ارزش تجاری در جهان به حساب می‌آید (کریمی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۳۴)، ولی دوام طبیعی آنها در برابر حشرات، قارچ‌ها و تغییرات عوامل جوی، خیلی کم است (طباطبایی، ۱۳۴۰: ۲۵۰) که البته این موضوع هم با کمک مواد حفاظتی، قابل رفع می‌باشد. مطالعات، نشان داده است که اگر چوب‌های تاریخی، تحت تأثیر تخریب بیولوژیک قرار نگرفته باشند، مقادیر مقاومت‌های مکانیکی آنها با چوبی که تازه استحصال شده است، تفاوت فاحشی ندارد (Unger et al, 2001: 38-41).

در بین گونه‌های مهم تجاری، این چوب از نظر مکانیکی مقاومت‌های بسیار بالایی ندارد (ابراهیمی، ۱۳۸۸: ۸۲-۷۴). اما به طور متوسط چوب ۵۵٪ تنش نهایی را به مدت صد سال تحمل می‌کند و بار دائم وارد بر چوب در ساختمان‌ها بسیار کمتر از این میزان است، به همین دلیل ساختمان‌های زیادی

دارد (مظفریان، ۱۳۸۳: ۸۲۰) و در گذشته جوز رومی گفته می‌شده است (قهرمان و اخوت، ۱۳۸۸: ۶۶ و ۲۲۷). این درخت ممکن است به ۲۴ متر ارتفاع و ۵ متر محیط دور نیز برسد (ادلین، ۱۳۸۳: ۱۴۷ و ۱۴۸). این گونه جزو گونه‌های مناسب جهت زراعت چوب به‌شمار رفته و در استان اصفهان نیز مشخصات آن مورد مطالعه قرار گرفته و با سایر گونه‌های صنوبر مقایسه شده است (دانشور و مدیررحمتی، ۱۳۸۷). هم‌چنین رشد آن در حاشیه زاینده‌رود اصفهان به صورت طبیعی وجود داشته است و امروزه نیز کشت آن در حاشیه زاینده‌رود ادامه یافته است (Chitsazi, 2012). این گیاه در زمره گیاهان دارویی منطقه اردستان اصفهان نیز ذکر شده است (خانپور اردستانی و کاویانی، ۱۳۸۷).

گونه *Populus nigra L.* که تبریزی یا شالک گفته می‌شود، درختی متوسط تا مرتفع به ارتفاع تا ۳۰ متر که تاج افشان با شاخه‌های راست و محکم و در نمونه‌های کاشته شده با تاج ستونی یا تقریباً ستونی یا هرمی است. پوست تنه ابتدا خاکستری-سبزرنگ است که سرانجام سیاه‌رنگ و ضخیم می‌شود. این گونه نیز در مناطق مختلف ایران کاشته شده است (مظفریان، ۱۳۸۳: ۸۲۵) و در گذشته خافور خوانده شده است (قهرمان و اخوت، ۱۳۸۸: ۲۵۳). امروزه صنوبر تبریزی در همه کشورهای گرمسیری جهان یافت می‌شود. ارتفاع آن تا ۳۵ متر و محیط آن به ۴/۵ متر نیز می‌رسد. پوست تنه به واسطه شیارها زبر و تیره به نظر می‌رسد (ادلین، ۱۳۸۳: ۱۵۴-۱۵۱). هر دو گونه ذکر شده، صنوبر نیز خوانده می‌شوند (هادلی، ۱۳۸۸، ۱۵۳ و ۱۵۴) و در اغلب نقاط کشور از جمله استان اصفهان امروزه کشت می‌شوند و جزو گونه‌های سریع‌الرشد به‌شمار می‌روند (دانشور و همکاران، ۱۳۸۸). از آنجایی که مکان نمونه‌های مورد مطالعه (جدول ۱) دارای خصوصیات جغرافیایی مشابه با رویشگاه‌های صنوبر است، این احتمال وجود دارد که نمونه‌ها از جنس صنوبر هستند. مطالعات میکروسکوپی، این امر را تأیید می‌کند. در میان گونه‌های صنوبر، گونه‌های سپیدار (*Populus alba L.*) و تبریزی (*Populus nigra L.*) از چوب‌های پراکنده آوند بومی ایران به‌شمار می‌روند که از نظر آناتومیک قابل تفکیک نیستند (صفدری و حمصی، ۱۳۸۶؛ پارسا پژوه و همکاران، ۱۳۸۷، ۱۰۸ و ۱۰۹). سپیدار به‌عنوان چوب نیمه بخش روزنه‌ای نیز ذکر شده است که دلیل آن، کاهش تدریجی قطر آوندها در طول فصل رویش است (رمضانی و همکاران، ۱۳۹۲). به علاوه، در گونه‌هایی مانند صنوبر (*Populus deltoids*)، اندازه و تعداد حفرات آوندی با افزایش سن، کاهش می‌یابد (لشکر بلوکی و همکاران، ۱۳۸۷)، ولی بررسی‌ها نشان داده

با عمر بیش از ۵۰۰ سال از گذشته تا کنون باقی مانده‌اند (هویل، ۱۳۶۵: ۳۶-۳۰). لازم به ذکر است عملاً جزئیات مربوط به این مبحث، در حوزه این مقاله نمی‌باشد و اصولاً بررسی ویژگی‌های مکانیکی چوب‌های تاریخی، نیازمند مطالعات تکمیلی و آزمایشگاهی مجزا و بیشتری است. این چوب‌ها، اهمیت تجاری بسیاری داشته و نسبت به سایر گونه‌ها، چوبی ارزان محسوب می‌شوند. با توجه به این ویژگی‌ها، استفاده از آنها در آثار تاریخی چندان عجیب نیست. بومی بودن این گونه‌های چوب در اغلب نقاط ایران و دسترسی ساده به آنها با توجه به رشد سریع باعث شده که از گذشته تا کنون در موارد مختلفی مورد استفاده قرار گیرند. شناسایی این گونه‌ها

در آثار مختلف تاریخی از پیش از تاریخ تا دوران متأخرتر (رسالت، ۱۳۹۱: ۶۰؛ قجر، ۱۳۹۲: ۵۵-۵۱؛ دلدار، ۱۳۹۲: ۴۱-۳۸ و رشوند، ۱۳۹۱: ۲۷-۲۶)، تأییدکننده این امر است. هم‌چنین، اندازه‌گیری ویژگی‌های مکانیکی گونه *P.alba*، نشان‌دهنده قابلیت استفاده از این چوب در کاربردهای مهندسی در سازه‌های معماری با قاب سبک بوده است (شمسیان و همکاران، ۱۳۸۷) که این مسأله، کاربرد آن را در سازه‌های معماری توجیه می‌کند. البته مهم‌ترین مسأله در این میان، دسترسی ساده به این چوب بوده و لیکن این کاربرد گسترده، گویای درک درست پیشینیان از ویژگی‌های چوب‌های در دسترس جهت کاربردهای مدنظرشان می‌باشد.

نتیجه‌گیری

شناسایی چوب‌های به‌کاررفته در اجرای ساختارهای معماری تاریخی، اهمیت بالایی در درک ویژگی‌های فنی این آثار دارد. بررسی نمونه‌های موردبررسی از اجزای سازه‌ای هفت بنای تاریخی مربوط به دوره صفوی تا اواخر قاجاریه، نشان‌دهنده استفاده از چوب صنوبر در اجزای سازه‌ای آثار مذکور است. بررسی مقاطع میکروسکوپی در تمامی نمونه‌ها، نشان‌دهنده ویژگی‌هایی است که با مشخصات آناتومیک خانواده *Populus spp.* مطابقت دارد. با توجه به این که محدوده‌های جغرافیایی مربوط به نمونه‌های مورد مطالعه، نزدیک به رویشگاه‌های گونه‌های *Populus alba L.* و *Populus nigra L.* است، می‌توان گفت که به احتمال زیاد این نمونه‌ها یکی از این دو گونه می‌باشند. فراوانی بیشتر نسبت به سایر گونه‌های چوب، سهل‌الوصول بودن و سبکی، موجب استفاده از آنها در ساختارهای معماری در گذشته شده است. شناسایی چوب صنوبر در تمامی نمونه‌ها نشان می‌دهد که سازندگان با شناخت تجربی مناسب و با توجه به دسترسی آسان نسبت به مکان سازه، به انتخاب این چوب‌ها جهت کاربرد در ساختارهای معماری اقدام نموده‌اند.

سپاسگزاری

نگارندگان لازم می‌دانند از همکاری و کمک‌های بی‌دریغ آقایان محسن چاره‌ساز، عضو هیأت علمی دانشگاه هنر اسلامی تبریز و رضا وحیدزاده، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز جهت تهیه نمونه‌های مورد مطالعه، تشکر و قدردانی نمایند.

پی‌نوشت

1. Mary Rose
2. Vasa
3. The Bermen Cog
4. Methylene blue

منابع و مأخذ

- ابراهیمی، قنبر. (۱۳۸۸). *طراحی مهندسی سازه‌های چوبی*. چاپ اول، تهران: دانشگاه تهران.
- ادلین، هربرت. (۱۳۸۳). *درختان*. ترجمه کیان نصری و شادی علایی، چاپ اول، تهران: رویداد.
- اعتمادی، الهام؛ فیاض، پیام و ذوالفقاری، رقیه. (۱۳۹۲). واکنش فتوسنتزی دو گونه سپیدار (*Populus alba*) و شالک (*Populus nigra*) نسبت به افزایش سرب در محیط کشت آبی. *مجله جنگل ایران*. انجمن جنگلبانی ایران، (۱)۵، ۶۵-۷۵.

- آزمایشگاه فرآورده های جنگلی ایالات متحده امریکا. (۱۳۹۱). راهنمای جامع چوب: چوب به عنوان ماده مهندسی. ترجمه مهدی فائزی پور و حسین جلالی ترشیزی، چاپ اول، تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- برونستاین، لئو. (۱۳۸۷). آثار چوبی تزئینی در دوران اسلامی. ترجمه پرویز مرزبان. سیری در هنر ایران از دوران پیش از تاریخ تا امروز. به کوشش آرتور پوپ و فیلیس اکرم. ویرایش سیروس پرهام. تهران: علمی و فرهنگی. ۳۰۴۸-۳۰۲۵.
- پارسا پژوه، داود؛ لنز، آ. شواین و گروبر، ف. (۱۳۸۷). اطلس چوب های شمال ایران تشریح و تشخیص میکروسکوپی گونه های مهم. چاپ پنجم، تهران: دانشگاه تهران.
- یازوکی، ناصر و شادمهر، عبدالکریم. (۱۳۸۴). آثار ثبت شده ایران در فهرست آثار ملی (از ۱۳۱۰/۶/۲۴ تا ۱۳۸۴/۶/۲۴). تهران: سازمان میراث فرهنگی و گردشگری.
- پوپ، آرتور آپم. (۱۳۸۷). دوره صفویه. ترجمه باقر آیت الله زاده شیرازی. سیری در هنر ایران از دوران پیش از تاریخ تا امروز. به کوشش آرتور پوپ و فیلیس اکرم. ویرایش سیروس پرهام. تهران: علمی و فرهنگی، ۱۳۶۳-۱۴۱۷.
- پولادیان، مهرانگیز. (۱۳۹۰). درخت شناسی. چاپ اول، تهران: جهاد دانشگاهی واحد تهران.
- خانپور اردستانی، نرگس و کاویانی، محسن. (۱۳۸۷). معرفی گیاهان دارویی منطقه اردستان (استان اصفهان). مجله علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم، ۴(۱۳)، ۶۵-۵۴.
- دانشور، حیدرعلی؛ مدیررحمتی، علیرضا و فیضی، محمدتقی. (۱۳۸۸). بررسی خصوصیات رویشی کلن های مختلف صنوبر در خزانه های سلکسیون در استان اصفهان. فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۷(۱)، ۱۰-۲۴.
- دانشور، حیدرعلی و مدیر رحمتی، علیرضا. (۱۳۸۷). مقایسه رشد طولی، قطری و حجمی کلن های مختلف صنوبر در استان اصفهان. فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۶(۱)، ۶۰-۴۹.
- دلدار، محمدمعین. (۱۳۹۲). مطالعه فنی، آسیب شناسی و مرمت یک میز خاتم متعلق به موزه قاجار تبریز. پایان نامه کارشناسی مرمت آثار تاریخی. تبریز، دانشگاه هنر اسلامی تبریز.
- رسالت، علی. (۱۳۹۱). مطالعه و حفاظت شمشیرهای برنزی با بقایای دسته چوبی مکشوفه از مشکین شهر. پایان نامه کارشناسی مرمت آثار. تبریز، دانشگاه هنر اسلامی تبریز.
- رشوند، شادی. (۱۳۹۱). حفظ و مرمت یک قطعه نقاشی بر روی چوب با تأکید بر ساختار تکیه گاه چوبی. پایان نامه کارشناسی مرمت آثار تاریخی. اصفهان، دانشگاه هنر اصفهان.
- رضانی، شیمای؛ طلائی پور، محمد؛ علی آبادی، میثم؛ تابعی، اصغر و بازیار، بهزاد. (۱۳۹۲). بررسی خواص آناتومی، بیومتری و شیمیایی چوب جوان و بالغ صنوبر (*Populus alba*). تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۸(۱)، ۱۹۳-۱۰۲.
- شمسیان، محمد؛ ابراهیمی، قنبر؛ تجویدی، مهدی و قلندرزاده، عباس. (۱۳۸۷). اندازه گیری ویژگی های مکانیکی و فیزیکی سپیدار (کبوده) ایران (*Populus alba*) و تدوین مقاومت های مجاز آن. منابع طبیعی ایران، ۶۱(۴)، ۹۵۳-۹۵۳.
- صفدری، وحیدرضا. (۱۳۸۷). شناسایی چوب های آثار باستانی خانه رشوندیها در قزوین. فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، ۳(۴)، ۷۱-۶۳.
- صفدری، وحیدرضا و حمصی، امیرهومن. (۱۳۸۶). روش شناسایی ده گونه از چوب های صنعتی پراکنده آوند ایران با کمک لنز دستی. علوم کشاورزی، ۱۳(۱)، ۲۷۳-۲۵۹.
- طباطبایی، م. (۱۳۴۰). چوب شناسی. چاپ اول، کرج: دانشکده کشاورزی.
- قجر، بهروز. (۱۳۹۲). مطالعه و حفاظت سرنیزه مفرغی به همراه بخشی از دسته چوبی مکشوفه از منطقه مشکین شهر در موزه آذربایجان تبریز. پایان نامه کارشناسی مرمت آثار تاریخی. تبریز، دانشگاه هنر اسلامی تبریز.
- قهرمان، احمد و اخوت، احمد رضا. (۱۳۸۸). شرح تطبیقی گیاهان دارویی کهن. چاپ اول، تهران: دانشگاه تهران.
- کریمی، علی نقی؛ طلائی، آیسونا و توتونچیان، علی. (۱۳۸۶). اطلس چوب های تجاری جهان با نگاهی بر تاریخچه به کارگیری چوب و اهمیت تجارت چوب در ایران و جهان به همراه معرفی جنگل های تجاری جهان. چاپ اول، تهران: آییژ.
- گیرشمن، رمان. (۱۳۸۱). تاریخ ایران از آغاز تا اسلام. ترجمه محمد معین، چاپ چهاردهم، تهران: دنیای کتاب.
- لشکر بلوکی، ابراهیم؛ پارسا پژوه، داود و فامیلیان، حسین. (۱۳۸۷). مطالعه مقایسه ای ساختار تشریحی چوب دو کلن موفق صنوبر *Populus deltoids 77/51 & 69/55* در گیلان. مجله زیست شناسی ایران، ۲۱(۴)، ۷۳۶-۷۳۰.

- محمدی آچاچلویی، محسن. (۱۳۸۸). ارزیابی کاربرد نانوسید در حفاظت آثار چوبی در برابر آسیب‌های بیولوژیک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرمت اشیای فرهنگی و تاریخی. اصفهان، دانشگاه هنر اصفهان.
 - محمدی، محسن. (۱۳۸۶). حفاظت و مرمت پنج عدد از شانه‌های چوبی مکشوفه از شهر سوخته سیستان. پایان‌نامه کارشناسی مرمت آثار تاریخی. زابل، دانشگاه زابل.
 - مصدق، احمد. (۱۳۸۴). جغرافیای جنگل‌های جهان. چاپ دوم، تهران: دانشگاه تهران.
 - مظفریان، ولی‌الله. (۱۳۸۳). درختان و درختچه‌های ایران. چاپ اول، تهران: فرهنگ معاصر.
 - ملکی گلندوز، مصطفی و حسین‌خانی، حسین. (۱۳۹۲). شناسایی و تشخیص چوب‌های منبر تاریخی مشکول. شمسه، ۱۹ و ۲۰، ۱-۱۲.
 - وولف، هانس. (۱۳۸۴). صنایع دستی کهن ایران. ترجمه سیروس ابراهیم‌زاده، چاپ اول، تهران: علمی و فرهنگی.
 - ویلکینسون، جیمز گوردون. (۱۳۸۶). حفاظت صنعتی چوب. ترجمه داود پارسا‌پژوه، مهدی فائزی‌پور و حمیدرضا تقی‌یاره، چاپ سوم، تهران: دانشگاه تهران.
 - هادلی، بروس. (۱۳۸۷). شناسایی چوب نتایج دقیق با استفاده از ابزارهای ساده. ترجمه محمدحسن اختراع، کامبیز پور طهماسی و علی نقی کریمی، چاپ اول، تهران: آبیژ.
 - هارت، جرالد و بی‌ای، جی. (۱۳۸۶). ساختمان چوب پهن برگان. ترجمه مجید فرضی، چاپ اول، تهران: آبیژ.
 - هوپل، رابرت جی. (۱۳۶۵). طراحی سازه‌های چوبی. ترجمه قنبر ابراهیمی، چاپ اول، تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
-
- Blair, Sheila S. & Jonathan M, Bloom. (2009). **The Grove Encyclopedia of Islamic Art and Architecture: Mosul to Zirid**. Oxford: Oxford University Press.
 - Chitsazi, Hossein. (2012). Ecological and Physiological Study of White Poplar (*Populus alba*) on the Bank of Zayandeh Rood River. **Journal of Applied Environmental and Biological Sciences**, 2(4), 140- 153.
 - Giorgi, Rodorico.; David Chelazzi. & Piero Baglioni. (2005). Nanoparticles of Calcium Hydroxide for Wood Conservation. The Deacidification of the Vasa Warship. **Langmuir**, 21(23), 10743- 10748.
 - Hoffmann, Per. (2001). To be and to continue being a cog: the conservation of the Bremen Cog of 1380. **The International Journal of Nautical Archaeology**, 30(1), 129-140.
 - IAWA Committee (1989). IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bul. n.s.** 10(3), 219- 332
 - Mohammadi Achachluei, Mohsen.; Gholamreza Vatankhah. & Aliakbar Enayati. (2012). Evaluation of white rot deterioration in historic wood cellular structure by scanning electron microscopy and FTIR analysis. **Historical Technology, Materials and Conservation: SEM and Microanalysis**. Nigel D. Meeks, Andrew Meek, Aude Mongiatti, Caroline Cartwright (Eds). London: Archetype Publications, 182- 184.
 - Mohammadi Achachluei, Mohsen. & Vatankhah, Gholamreza. (2011). Structural Degradation of Third Millennium B.C.E. Archaeological Wood from Shahr-i Sukhta, Iran. **Materials Issues in Art and Archaeology IX**. Vandiver, Pamela B. Weidong, Li. Jose Luis Ruvalcaba Sil. Chandra L, Reedy. Lesley D, Frame (Eds). Cambridge: Cambridge UNIVERSITY PRESS, 215- 230.
 - Mortensen, Martin Nordvig.; Helge Egsgaard.; Søren Hvilsted.; Yvonne Shashoua. & Jens Glastrup. (2007). Characterisation of the polyethylene glycol impregnation of the Swedish warship Vasa and one of the Danish Skuldelev Viking ships. **Journal of Archaeological Science**, 34(8), 1211- 1218.



- Pitman, A. J.; Jones, A. M.; Jones, E. B. & Gareth. (1993). The Wharf-Borer *Nacerdes melanura* L., a Threat to Stored Archaeological Timbers. **Studies in Conservation**, 38(4), 274-284.
- Rivers, Shayne. & Umney, Nick. (2003). **Conservation of furniture**, Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Schoch, W.; Heller, I. & Schweingruber, Kienast, F.H. F. (2004). **Wood anatomy of central European Species**. *www.woodanatomy.ch* (Retrieved 23 April. 2013).
- Schweingruber, Fritz.H.; Annett Borner. & E.D. Schulze. (2006). **Atlas of woody plant stems: evolution, structure and environmental modifications**, Berlin: Springer-Verlag.
- Tennesen, David.; Robert A, Blanchette. & Thomas C., Windes. (2002). Differentiating Aspen and Cottonwood in Prehistoric Wood from Chacoan Great House Ruins. **Journal of Archaeological Science**, 29(5), 521- 527.
- Unger A, Schniewind A. & P, Unger W. (2001). **Conservation of Wood Artifacts: A Handbook**. Berlin: springer.

Received: 2014/06/06

Accepted: 2014/12/06



Wood identification of structural elements of seven historical buildings related to Safavid and Qajar periods

Hossein Ahmadi* Kambiz Pourtahmasi**

Mohsen Mohammadi Achachluei***

Abstract

Identification of structural woods in historical buildings has a great importance in technological study of applied components. In this regard, seven historical buildings located in provinces of Alborz, Isfahan and eastern Azerbaijan related to Safavid and Qajar periods have been assessed. Samplings of the structural woods of the historical buildings were done, in such a way that this issue did not cause any visual and mechanical damages to the structures. Samples were prepared based on IAWA standard to provide microscopic sections. Investigating the microscopic sections of all samples showed the characteristics that conform to the anatomic properties of Salicaceae family and *Populus* genus. By considering the geographical range related to the studied samples close to places of *Populus alba* L and *Populus nigra* L, it can be said that these samples are likely to be one of these two types. These types which are considered as the fast growing and native trees of Iran have straight woods, fine and monotonous textures, and also low density, so they have had different applications from the past. They were used in the architectural structures in the past due to their short period of exploitation, accessible, lightness, appropriate physical characteristics, ability to withstand high mechanical stress. This matter indicates that the architectures with the proper experimental knowledge of the physical characteristics of these woods used them in the structures.

Keywords: fast growing trees, *Populus* spp., Safavid and Qajar structures, species identification, wood

* Associate professor, Faculty of Conservation, Art University of Isfahan, Isfahan, IRAN.

** Professor, Department of Wood and Paper, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

*** Assistant Professor, Faculty of Conservation, Art University of Isfahan, Isfahan, Iran (Corresponding author)..