مقاله علمی- مروری

نشریه علمی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۳۰ شماره ۴، صفحه ۴۰۳-۳۸۹، (۱۴۰۱)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2023.361625.2092
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350883.1401.30.4.7.7

# از درخت تا موزه، کاوشی در ارزش پنهان Xylotheque در علوم طبیعی

**مائده فدایی خجسته[۱]، فیروزه حاتمی[۲*] و کامیار صالحی[۳]**

۱- کارشناس بخش تحقیقات گیاه‌شناسی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی ایران، تهران، ایران

۲* -نویسنده مسئول، کارشناس بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی ایران، تهران، ایران.

پست الکترونیک: firoozehhatami3@gmail.com

۲- استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی ایران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۸

## چکیده

ماده گرانبهایی که با سرمایه و کار طبیعت در جنگل‌ها ساخته و پرداخته می‌شود، چوب است که تاریخچه آن حکایت از نقش با اهمیت در زندگی انسان از گذشته‌های بسیار دور تا به امروز دارد. به تدریج و با گذر زمان، در بسیاری از نقاط دنیا، در کنار تهیه مجموعه‌های ارزشمند گیاهی و جانوری، جمع‌آوری نمونه‌های چوبی در موزه یا هرباریوم‌ها رواج یافت. این مجموعه‌های چوبی که با عنوان زیلوتک Xylothek (زیلوتک) به دنیا معرفی شدند، فرم خاصی از هرباریوم به نام Xylarium (زیلاریوم) هستند که نمونه‌های چوبی در آن نگهداری می‌شوند. استفاده از واژه زیلاریوم باعث جدایی مفهوم کلکسیون‌های غیررسمی، مانند آنچه استادکاران و صنعتگران ایجاد می‌کنند با کلکسیون‌هایی می‌شود که با اهداف علمی و آموزشی تاسیس شده است. هدف اصلی از ایجاد این موزه‌ها فراهم آوردن امکان بررسی سیستماتیک برای آناتومیست‌های چوب، پژوهشگران، صنعتگران و علاقمندان علوم دیگر و نیز همکاری نزدیک و تبادل بین زیلاریوم‌های بزرگ دنیا است. گردآوری این مجموعه‌ها برای شناسایی نمونه‌های چوبی جهت کارکردهای تجاری، فرهنگی، تاریخی، باستان‌شناسی، آموزشی و نمایشگاهی نیز کاربردی است. در سال‌های اخیر با توسعه فناوری، این امکان برای دست‌اندرکاران فراهم شده است که بتوانند با تکنولوژی‌های مدرن براساس روش‌های متنوع تصویربرداری، آنالیز تصویر و اندازه‌گیری و روش های هوش مصنوعی چوب‌ها را شناسایی کنند. این بلوک‌های چوبی بی‌صدا، دارای ارزش قابل‌توجهی هستند که می‌توانند موجب افزایش آگاهی جامعه نسبت به ذخایر زیستی شوند و توجه پژوهشگران را نسبت به جمع‌آوری و مستندنگاری اطلاعات آن‌ها جلب کنند.

واژه های کلیدی: بلوک‌های چوبی هرباریم، چوب، Xylarium، Xylothek.

## مقدمه

### جایگاه حفاظتی چوب

بیش از ۳۷۰ میلیون سال است که گیاهان با ساخت چوب، بیش از هر تغییر دیگری، به حیات روی زمین شکل داده‌اند و درختان آن به‌عنوان جزء اصلی بیوسفر، نقش مهمی را در زندگی انسان بر عهده داشته‌اند. ماده گرانبهایی که با سرمایه و کار طبیعت در کارگاه جنگل ساخته و پرداخته می‌شود، چوب است. چوب از مهم‌ترین مصالح ساختمانی در تمدن انسانی است که از گذشته‌های بسیار دور به‌طور رایگان در دسترس بشر بوده و به انسان در مسیر تکامل همواره کمک کرده است. چوب همواره جزئی از اجزای اصلی فرهنگ و تمدن انسان‌ها محسوب می‌شده و بشر به صورت مستقیم و غیرمستقیم برای

تامین نیازهای خود از قبیل گرما، ایجاد سرپناه و مسکن، تهیه ابزارهای مختلف، برای تهیه و نگهداری غذا، آب و سایر موارد دیگر از آن استفاده کرده است. تاریخچه ساخت ابزار و ادوات کشاورزی، اسلحه، بناهای مسکونی و مذهبی، کشتی و قایق، گهواره تابوت و کاغذ نیز حکایت از نقش بااهمیت چوب در زندگی انسان از گذشته‌های بسیار دور تا به امروز دارد (Toghraei, 2013). به همین ترتیب، نه تنها زندگی انسان بلکه زندگی بسیاری از موجودات روی زمین به حکم غریزه وابستگی نزدیکی به درخت و چوب دارد. تعداد بسیاری از حشرات و قارچ‌ها، از موجودات دریایی گرفته تا پرندگان، برای ادامه زندگی خود به درختان وابستگی دارند، لذا شناسایی دقیق و سریع گونه‌های جنگلی برای حمایت و حفاظت ازآن‌هاحیاتی است (Hafemann *et al.*, 2014). در دنیای امروز که به علت افزایش جمعیت، تغییر سبک زندگی و توسعه پرسرعت و رو به پیشرفت صنایع، چوب جایگاه ویژه خود در زندگی انسان و بالطبع در اقتصاد دنیا را حفظ کرده است، شناخت ویژگی‌های این ماده با ارزش از دیدگاه علمی همواره مورد توجه بسیاری از پژوهشگران بوده است تا امکان استفاده بهینه از آن میسر شود (Gasson, 2011).

افزایش نگرانی و تقاضا برای حفاظت از تنوع زیستی در سراسر جهان و کاهش قابل توجه تنوع زیستی در مقیاس‌های مختلف نیازمند شناسایی گونه ها برای مسائل قانونی است. در اکوسیستم های جنگلی قطع غیرقانونی درختان و تجارت غیرقانونی چوب از مشکلات عمده ای است که نه تنها گونه ها بلکه کل اکوسیستم را تهدید می کند (Tittensor *et al.*, 2014). تلاش های بین المللی برای حل این مشکلات عمدتا شامل تصویب قوانینی برای ممنوعیت یا محدودیت برداشت می باشد. در همین راستا مؤسسه‌هایی مانند کنوانسیون تجارت بین المللی گونه های در معرض خطر گیاهان و جانوران وحشی و مؤسسه‌های مشابه بسیاری، اقدام به حفاظت و نگهداری به شکلهای مختلف کرده اند. در همین راستا خرید و فروش بسیاری از چوب‌ها و محصولات چوبی در بازارها ممنوع اعلام شد. این اقدامات قانونی و اجرای بعدی این قوانین نشان دهنده توجه جهانی به حفاظت از گونه‌های جنگلی است (Sun & Bogdanski, 2017).

## از موزه تا کلکسیون‌های چوبی

در داستان‌های اساطیری باستان، خدایان یونان برای ادامه حیات انسان هنرها و فن‌ها به وی آموختند. در گذر زمان انسان با شنا در چشمه‌ای به نام فراموشی همه داشته‌های خود را از یاد برد. از پیوند زئوس خدای خدایان با منموسین که در زبان یونانی به معنای باز خاطرآوری است، نُه دختر بوجود آمد. این الهه‌ها با نام موز یا فرشتگان الهام‌بخش علم و ادبیات و هنر و موسیقی و حجاری بودند و در محلی به نام موزیوم یا موزیون زندگی می‌کردند. از آن پس خدایان در آنجا گرد آمدند تا راهکارهایی بیندیشند که انسان فراموش‌کار آنچه در گذشته فرا گرفته یا تجربه کرده را به خاطر آورد. به همین جهت در تاریخ خدایان یونان و همچنین در تاریخ هنر و ادبیات جهان موزه‌های نُه‌گانه اساطیر یونان اهمیت و مقامی خاص دارند. منشا پیدایش لغت موزه از این داستان‌ها آغاز شد، پس از آن اشیای نفیسی در پرستشگاه‌ها به نمایش گذاشته شده و ثروتمندان با جمع‌آوری وسایل قدیمی، نقاشی و مجسمه، گالری‌ها را به‌شکل مجموعه‌های خصوصی ایجاد نمودند و سرداران جنگی غنائمی را که در جنگ‌ها به دست می‌آوردند در پارک‌ها و حمام‌ها و اماکن عمومی دیگر در معرض دید عامه مردم قرار می‌دادند. در قرن ۱۴ میلادی اشیای گران‌بها در کاخ‌ها و کلیساها جمع‌آوری می‌شدند و در قرن ۱۵ میلادی با آغاز پژوهش‌های نوین علمی جمع‌آوری مجموعه‌های مرتبط مورد توجه قرار گرفت. آغاز شکل‌گیری سازمانی به نام موزه تقریباً از این زمان بود (Mojib, 2010)

به تدریج و با گذر زمان، در بسیاری از نقاط دنیا، در کنار تهیه مجموعه‌های ارزشمند گیاهی و جانوری، جمع‌آوری نمونه-های چوبی در موزه یا هرباریوم‌ها رواج یافت که در ابتدا جنبه زیبایی و قدمت آن‌ها مورد توجه بود و بعدها این مجموعه‌های کاربردی و منحصر به فرد مورد توجه طبیعی‌دان‌ها، جنگلداران، آناتومیست‌های چوب و گیاه‌شناسان قرار گرفت و در موزه‌هایی که به شکل کتابخانه یا فضاهای خاصی بودند نگهداری شد (Wiedenhoeft & Baas, 2011; Baas, 1982).

با در نظر گرفتن تعریف موزه کلکسیون‌های چوبی اولیه در دنیا در ابتدا شامل وسایل و اجناس چوبی قدیمی و گرانبهایی بودند که در معرض دید عموم قرار می‌گرفت و در هرباریم‌ها و موزه‌ها نگهداری می‌شدند (Normand *et al*., 2017). موزه چوب Orangery در باغ گیاه‌شناسی Kew (کیو) انگلستان و چوب‌های به نمایش گذاشته شده آن در اواخر قرن نوزدهم از اولین نمونه‌های این مجموعه‌ها بودند که در سال ۱۸۴۷ ساخته شدند (شکل ۱)، در این کلکسیون‌ها نمونه‌های چوبی متعلق به متخصصین و گیاه‌شناسان دپارتمان جنگل کیو و نمایشگاه‌های بین‌المللی را گرد هم آورده و اقدام به ایجاد نمایشگاه آموزشی برای دانش‌آموختگان جنگل با نام و مشخصات نمونه‌ها می‌کردند (Desmond, 2007).

**شکل ۱- تصاویر A تا D موزه چوب Orangery باغ Kew و اولین نمونه های چوبی آن**

**Figure 1. Picture A to D, Kew Garden Orangery, the first wooden examples**

Xylothek و چگونگی پیدایش آن

برگ‌ها، سوزن‌ها، پوست درختان، میوه‌ها، گل‌ها و شاخه‌ها از جمله کلیدهای شناسایی هر درخت می‌باشند، بیشتر این ویژگی‌ها در کنده‌های برداشت شده و الوارهای فرآوری‌شده درختان از بین می‌روند و تنها ویژگی‌های آناتومی چوب به عنوان سرنخ‌هایی برای شناسایی گونه‌های درختی و چوب آن‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد (Wheeler *et al*., 1989; Richter *et al*., 2004).

آغاز تشکیل مجموعه‌های انحصاری از چوب برای اولین بار به قرن هجدهم میلادی در اروپای مرکزی برمی‌گردد، همزمان با آغاز جنگلداری مدرن در آلمان، نوع جدیدی از کتابخانه‌های چوبی با عنوان Holzbibliothek بوجود آمدند (Bellermann, 1788) که حاوی کلکسیونی از بلوک‌های ساده چوبی بودند. طراحی خاص این بلوک‌های چوبی به شکل کتاب بود و فضای خالی درون آن‌ها، امکان قرارگیری نمونه‌های گیاهی و حفظ اجزای همان درخت مانند برگ، بذر، بال، میوه، گل و قطعاتی از پوست تنه و ریشه را امکان‌پذیر می‌کرد. گاه‌ویژگی مختصری از مشخصات درخت و شرایط رویشگاه، بیماری‌ها و آفات احتمالی آن نیز ثبت می‌شد (شکل ۲). با پیشرفت‌هایی که در زمینه ساخت و طراحی این محفظه‌ها و مکان نگهداری آن‌ها توسط متخصصین چوب صورت گرفت، این مجموعه‌های چوبی با عنوان Xylothek (زیلوتک) به دنیا معرفی شدند (Baas 1981; Bossu *et al*., 2016).

شکل ۲- نمونه‌هایی از **Xylothek Benedictine Abbey** در **Kremsmunster** کشور اتریش (**Garrett, 1999**)

**Figure 2. Examples of the Xylothek Benedictine Abbey in Kremsmunster, Austria (Garrett, 1999)**

در زبان یونانی xylon به معنای "چوب" و theque به معنای "مخزن" است و Xylothek یا Xylotheque (زیلوتک) فرم خاصی از هرباریوم است که نمونه‌های چوبی در آن نگهداری می‌شوند (Hoadley, 1990). هر مجموعه یا مخزن چوبی را به تنهایی xylaria (زیلاریا) و مجموع آن‌ها را Xylarium (زیلاریوم) می‌نامند (Lamb & Curtis, 2005). استفاده از واژه زیلاریوم باعث جدایی مفهوم کلکسیون‌های غیررسمی، مانند آنچه استادکاران و صنعتگران ایجاد می‌کنند با کلکسیون‌هایی می‌شود که با اهداف علمی و آموزشی تاسیس شده و در ارتباط مستمر با پژوهشگران، مراکز علمی و هرباریوم‌ها و آزمایشگاه‌های آناتومی چوب است (Anderegg & Meinzer, 2015). نمونه‌های چوبی جمع‌آوری شده توسط پژوهشگران از سراسر جهان فهرست شده و در این کلکسیون‌های چوبی به نمایش گذاشته می‌شوند. زیلوتک مفهومی فراتر از یک کلکسیون چوب دارد، همانند یک کتابخانه که مفهوم آن چیزی فراتر از مجموعه کتاب‌های درون آن است.

قدیمی‌ترین مجموعه چوبی دنیا در سال ۱۸۲۳ در دانشگاه Leningrad روسیه تأسیس شد (www.atlasobscura.com)، متعاقبا طی سال‌های ۱۷۷۰ و ۱۸۱۷ به ترتیب در مؤسسه تاریخ طبیعی و تحقیقاتی برلین و مؤسسه تاریخ طبیعی فرانکفورت کتابخانه‌هایی با هدف ایجاد مجموعه‌های چوبی بوجود آمدند (Lynch & Gasson, 2010; Cornish *et al*., 2014) شماری از بزرگترین مجموعه‌های چوبی در کلکسیون‌های چوبی کشور اندونزی و آزمایشگاه تولیدات جنگلی Wisconsin آمریکا به ترتیب با حدود ۱۸۷ و ۹۸ هزار نمونه قرار دارند (Correa, 2017). با گذشت زمان این مجموعه‌های چوبی در بسیاری از کشورهای اروپایی، آسیایی و آمریکا نیز توسعه یافت، به‌طوری که امروزه زیلوتک‌های بزرگی در آلمان و بلژیک با بیش از ۶۰ هزار و ۵۷ هزار نمونه وجود دارد (León, 2009). افزایش تعداد و اندازه این کلکسیون‌ها با ادغام برخی از این زیلاریوم-ها نیز همراه بود. در جنوب برزیل حدود ۲۷ زیلوتک وجود دارد که حدود ۶۹ هزار نمونه را شامل می‌شود (Guzman, 2011). William Jackson Hooker بنیانگذار مجموعه‌های چوبی باغ کیو در ۱۸۴۷، مخاطبین این زیلوتک‌ها را نه تنها پژوهشگران چوب و جنگل، بلکه طراحان، فیزیکدان‌ها، شیمیدانان، داروسازها، رنگرزها، نجارها، هنرمندان و حتی کابینت‌سازها نیز می‌داند (Bowett, 2012). با گذشت زمان و توسعه پژوهش‌های بنیادی در سطح جهانی باغ کیو تیم متخصص خود را به مناطق مختلف جغرافیایی با تنوع گیاهی بالا مانند برزیل، آسیای جنوب شرقی و سایر نقاط دنیا فرستاد تا از طریق همکاری بین مراکز، امکان تبادل اطلاعات و نمونه‌ها برای تکمیل کلکسیون‌های خود را به‌وجود آورد. با توجه به اینکه نمونه‌های اولیه برای تحقیقات آماده‌سازی نشده بودند دارای اندازه و اشکال مختلفی بودند. امروزه

پژوهشگران این مراکز با ارائه مشاوره تخصصی، در راه‌اندازی کلکسیون‌های خصوصی و یا صنعتی در سراسر دنیا مشارکت دارند (Cornish *et al.*, 2014).

برخی از نمونه‌های چوبی اولیه در کشور ژاپن و برخی نقاط دیگر (شکل ۳)، دارای تصاویر و نقاشی‌هایی از مجموعه‌های گیاهی بودند که اطلاعات نمونه گیاهی که با عنوان Illustrated Wood Sample شهرت داشت روی نمونه حک می‌شد (Nagata *et al.*, 2013). در برخی از کلکسیون‌ها نیز ابزار و ادوات مرتبط به علوم جنگل آرشیو شده‌اند. قطعات چوب‌های بزرگ و خاص و انواع دیسک‌های چوب و یا اشکال و فرم‌های متنوع چوب‌ها با رنگ‌های گوناگون، انواع ساز، ابزار آشپزی، توتم و حتی اسباب‌بازی‌های چوبی از جذابیت‌هایی است که در این مجموعه‌ها قابل مشاهده هستند (Walter Lack, 1999).

**شکل ۳- دو نمونه چوب نقاشی‌شده با گونه *Ginkgo biloba* که در مجموعه باغ گیاه‌شناسی Koishikawa ژاپن نگهداری می‌شود.**

**Figure 3. Two samples of the *Ginkgo biloba* painted species, keep in Koishikawa Botanical Garden, Japan.**

شرایط احداث و نگهداری زیلاریوم‌ها

برای احداث زیلاریوم‌ها نیز مانند سایر موزه‌های علمی و هرباریم‌های استاندارد هایی وجود دارد که متخصصین، آن هارا در نظر می‌گیرند، به‌طور کلی زیلاریوم‌ها از نظر شرایط نگهداری و مراقبت مشابه هرباریوم‌ها هستند (Maniatis *et al.*, 2011). فراهم‌کردن شرایط نگهداری و حفاظت از نمونه‌ها چه در مرحله تهیه نمونه که بایستی با دقت جمع‌آوری شده، برش خورده و یا خشک شود و چه در مرحله نگهداری که مراقبت از نمونه‌ها در برابر حشرات، آفات و امراض، رطوبت و فراهم‌کردن درجه حرارت استاندارد را در بر می‌گیرد، حائز اهمیت است. اگرچه رطوبت بالای چوب در زمان برش می‌تواند باعث خراب‌شدن سریع آن شود اما استفاده از هیچ ماده شیمیایی روی آن توصیه نمی‌شود زیرا می‌تواند ویژگی هایی مانند رنگ و بوی نمونه‌ها را تغییر دهد (Lamb & Curtis, 2005). بهتر است نمونه‌ها را در گونی یا هر ماده دیگری غیر از پلاستیک حمل کنید تا فرآیند خشک شدن طبیعی آن‌ها فراهم شود، نمونه‌ها باید در جای خشک و خنک نگهداری شوند و در صورت نیاز به بسته‌بندی برای حمل و نقل، توصیه به استفاده از روزنامه می‌شود. اغلب در کنار کلکسیون‌های اصلی، مجموعه‌ای از دوپلیکیت‌ها نیز نگهداری می‌شوند که در آزمایشات و مطالعات بسیاری مانند بررسی مقاومت به آفات و امراض و حشرات، مشخصات مکانیکی و سایر مشخصات فیزیکی نمونه مورد استفاده قرار می‌گیرد (Barker, 2008).

به‌طور کلی نمونه‌های موجود برای نگهداری در این کلکسیون‌ها باید خشک باشند تا دچار تغییر ابعاد و یا

حملات بیولوژیکی نشـــوند و تغییرات شـــیمیایی کمی در طول دهها و یا صدها سال را تجربه کنند در ضمن نباید در معرض نور مســتقیم خورشــید قرار گیرند. به‌طور کلی برای ایجاد شرایط مناسب نگهداری نمونه‌ها شرایط دمایی و رطوبتی خاص با اســتانداردی معین با توجه به شــرایط منطقه تعریف می‌شود (Wiedenhoeft, 2016).

ســیســتم ســنتی شــناســایی گونه‌های درختی اغلب براســـاس ارزیابی‌های ماکرو و میکروســـکوپی آناتومی چوب است (Pan & Kudo, 2011; Yusof *et al*., 2013)، بر این اســـاس نمونه‌های موجود در همه کلکســـیون‌های چوبی، باید دارای ا ستاندارد م شخ صی با شند که معمولا ابعاد آن ها در زیلاریوم ها ۱۶×۱۰×۲ و یا ۱۰×۶×۱ ســانتی‌متر اســت (Nagata, 2011). با توجه به اینکه طی ســال‌های اخیر کدگذاری براســاس DNA ابزاری دقیق برای شناسایی گونه‌ها شده و در بسیاری از سطوح گیاهی و جانوری کاربرد دارد، این پتانســـیل می‌تواند بعد از بررسی آناتومی چوب مهر تاییدی برای شناسایی گونه‌ها باشد (Jiao *et al*., 2014; Kress *et al*., 2015)، بر این اساس نحوه چیدمان نمونه‌ها در زیلاریوم اغلب براساس مطالعات ســیســتماتیک و آناتومی چوب آن‌ها صــورت می‌گیرد. در بیشـــتر کلکســـیون ها علاوه بر نمونه های ماکروســـکوپی در قالب بلوک‌های چوبی، اســـلایدهای میکروســکوپی به صــورت مقطع، در ســه جهت عرضــی، شــعاعی و مماســی نیز تهیه و نگهداری می‌شــود که نقش مکمل را در پژوهش ها ایفا می‌کند (Lowe & Cross, 2011).

آنچه از پیشینه آغاز به کار اغلب کلکسیون‌ها می‌دانیم آن است که نمونه‌ها توسط افراد علاقمند و نه الزاماً مطلع و آشـــنا با آناتومی چوب، جمع‌آوری شـــده‌اند. یکی از شاخص‌هایی که امروزه در ثبت نمونه‌ها در کلکسیون لازم است و جزو شاخص‌های اعتباری چنین کلکسیون‌هایی است تعداد نمونه‌های دارای ووچر است. به این معنی که همه مشخصات هر نمونه باید همراه آن ثبت شده باشد و این چیزی اســـت کـه برخی نمونـه‌هـای قـدیمی این کلکسیون‌ها که توسط افراد آموزش ندیده جمع‌آوری شده بودند، فاقد آن هستند. اهمیت ثبت مشخصات و ووچر در مطالعات ایزوتوپی (Kagawa & Leavitt, 2010) و تعیین پروونانس نیز بسیار حائز اهمیت و تاثیرگذار است.

تبادل نمونه در زیلاریوم‌ها

تبادل نمونه بین زیلاریوم‌ها به یکی از دو روش اهدای قطعات نمونه از درخت (بلوک‌های چوبی) یا به اشـــتراک گذاشـــتن یک نمونه برش خورده کوچک برای تهیه اسلایدهای میکروسکوپی (لام و لامل) صورت می‌گیرد. این تبادلات که با هدف غنی‌ســازی گونه‌های چوبی انجام می‌شـــود در بســـیاری از زیلاریوم‌های دنیا متداول اســـت (Beeckmann, 2016).

زمانی که قرار است چوب به مؤسسه‌ای که متعلق به آن اســت منتقل شــود معمولا یک دوره قرنطینه را ســپری می‌کند، دوره‌ای که مرگ تخم‌ها یا لاروها را در داخل آن تضمین می‌کند. پس از آن به هر نمونه برچسبی اختصاص می‌یابد که حاوی یک شـــماره ورودی متوالی و یک کد عددی است که نشان‌دهنده خانواده و جنس چوب است. علاوه بر این اطلاعـاتی در مورد نـام مشـــترک، نـام گیاه‌شـــناســـی، خانواده و منشـــأ آن در کنار نمونه ثبت می‌شـــود. همراه این اطلاعات یک فرم ورودی نیز تکمیل می‌شـــود که شـــامل تمام این اطلاعات، نام هرباریوم محل ذخیره نمونه‌های گیاهی، وضـــعیت و شـــماره ثبت‌آن‌هاو همچنین تعداد نمونه‌های موجود برای تبادل اســـت. در نهایت نمونه در بانک اطلاعاتی که حاوی تمامی اطلاعات زیلوتک اســـت ثبت شـــده و وارد زیلاریوم می‌شـــود (Wiedenhoeft, 2014).

کلکســـیون‌های بزرگ با حضـــور در نمایشـــگاه‌های مختلف و یا از راه تبادل و خرید نمونه، بر تعداد و تنوع مجموعه‌های خود می‌افزایند. برخی کلکســـیون‌ها هم در راستای فعالیت‌های مشارکتی، با استقرار تیم متخصص خود در مناطق خاص جغرافیایی و با اهمیت از لحاظ تنوع گیاهی، بر تعداد و تنوع نمونه‌های خود می‌افزایند،

مانند آنچه تو سط باغ کیو در برزیل در حال انجام ا ست. همکاری بین مراکز و فراهم‌کردن امکان تبادل اطلاعات و نمونه، توجه به ارائه اطلاعات به روز و تهیه بانک داده در حال حاضـــر از عوامل موفقیت کلکســـیون‌ها محســـوب می‌شود (Bernal *et al*., 2011).

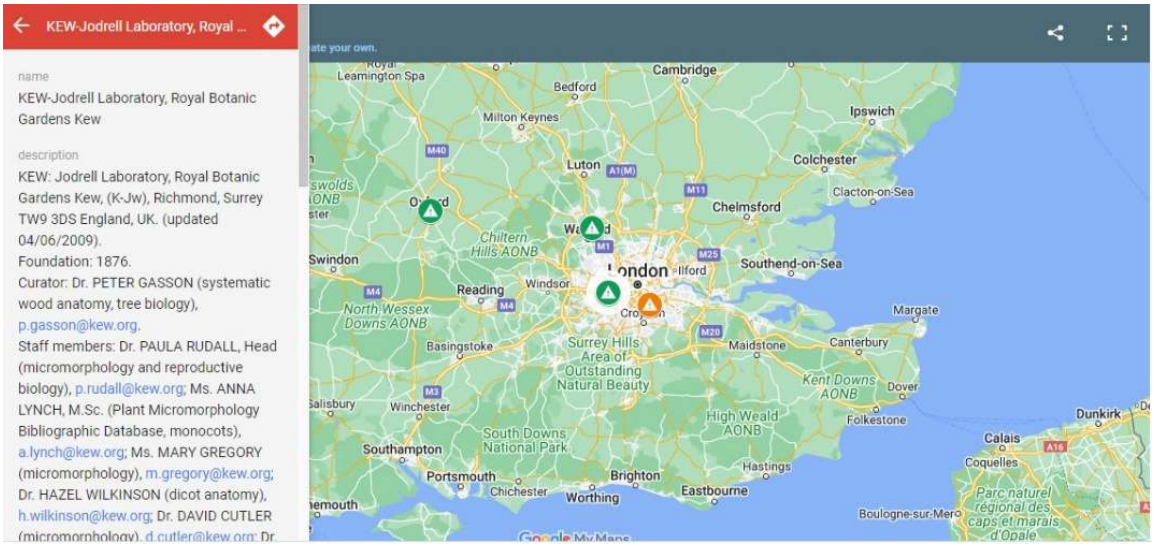
## توسعه و اهمیت زیلاریوم‌ها در دنیا

نمایه‌سازی زیلاریوم

با توجه به افزایش تعداد زیلاریا در دنیا و لزوم برقرای ارتباطآن‌هابا یکدیگر در جهت تبادل نمونه، ایده گردآوری و تلفیق این مجموعه‌ها برای اولین بار توســط William Louis Stern یکی از گیاه‌شـناسـان معروف آمریکایی در ۱۹۶۷ مطرح (Stern, 1973) و منتشـــر شـــد (Stern, 1978). در سال ۱۹۸۱ شماره اول این مجموعه جمع‌آوری شده از اطلاعات تو سط Stern، تو سط باغ گیاه شنا سی آکادمی علوم لهســتان منتشــر شــد. وی در ســال ۱۹۸۸ ســومین ویرایش این مجموعه را منتشـــر کرد (Stern, 1988). Lynch وGasson در ســال ۲۰۱۰ نمایه‌ســازی این مجموعه را با عنوان Index Xylariorum 4.1 آغاز کردند. در سال ۲۰۱۶ انجمن بین‌المللی آناتومیســت‌های چوب (IAWA) تحت نظارت Frederic Lens آن‌را به‌روز رســانی و منتشــر کرد. ســند اولیه این مجموعه در ابتدا به‌شـکل فهرسـتی از مجموعه مقالات این انجمن با عنوان Index Xylariorum 4.1 منتشـــر شـــد (Lynch & Gasson, 2010) و به‌عنوان یک پایگاه داده توســط وبســـا یت شـــب که ج هانی چوب (Global Timber Tracking Network) در دسـترس عموم قرار گرفت. در این فایل برای هر کلکسـیون چوب، مشـخصـات زیلاریا، آدرس، ســال تاسـیس، ســرپرســت، اعضــا، تعداد نمونه و جنس، منطقه پراکنش، ووچر هرباریومی، قابلیت تبادل و سایر اطلاعات درج شده بود.

انجمن بین‌المللی آناتومیســت‌های چوب در ســال ۱۹۳۱ تأســیس شــد، این انجمن توســط یک شــورای بین‌المللی با ۱۲ ع ضو منتخب از ک شورهای مختلف اداره می‌شـود. کلکسـیون‌هایی که به‌طور رسـمی توسـط آن‌ها معرفی شده‌اند شامل زیلاریوم‌هایی در هر ۵ قاره آفریقا، آ سیا، اروپا، اقیانو سیه، آمریکای شمالی و جنوبی هستند. در این زیلاریوم‌ها اسـتانداردهای جهانی برای تاسـیس و نگهداری، ابعاد نمونه‌ها و شـیوه مسـتندنگاری آن‌هابه کار گرفته می‌شود. اطلاعات مربوط به تغییرات کلکسیون‌ها با دقت ثبت و طبق برنامه گزارش می‌شـوند و در نهایت این اطلاعات به روز شـده در این سـامانه جهت نمایه‌سـازی بارگذاری می شوند (شکل ۴). تا سال ۲۰۱۸، تعداد ۱۶۰ کلکسیون نمایه شده تو سط انجمن بین‌المللی آناتومیست های چوب معرفی شـد. کلکسـیون‌هایی که به‌طور رسـمی توســط این انجمن معرفی شــده‌اند به زبان ملی خود کشـورها، لاتین و زبان انگلیسـی به معرفی و ارائه مطالب خود پرداختند. گاهی معرفی عمومی از نمونه‌ها انجام شده و گاه امکان دسـترسـی به اطلاعات کامل و یا بخشـی از نمونه‌ها را میسر ساخته‌اند (iawa-website.org.).

Stern در همان سال‌های ۱۹۷۳ گزار شی در خ صوص کاهش مداوم مجموعه‌های چوبی در دنیا منتشـر کرد با این مضـــمون که این مجموعه ها تنها زمانی فعالیت مســـتمر خواهند داشـت که توسـط پژوهشـگران مورد حمایت قرار گیر ند (Miller, 1999)، به‌طوری که با کاهش فعالیت پژوهشـــگران در این حوزه، فعالیت زیلاریوم‌ها نیز به مرور متوقف شـــد و در نتیجـه آن، طی نیم قرن تعـدادی از زیلاریوم‌ها دچار توقف فعالیت شـــدند. وی با طرح مجدد اهمیت و جایگاه چوب، نســـبت به اعمال توجه خاص به احـداث، نگهـداری و توســـعـه این مجموعـه‌هـا و قرارگیریآن‌هادر اولویت فعالیت‌های پژوهشـی هشـدار داد، همین امر باعث شـــد طی ســـال‌های اخیر زیلاریوم‌های جدیدی در برخی نقاط جهان به ویژه برزیل که دارای تنوع بالایی از حضور گونه‌های چوبی است، تاسیس شوند.




شکل ۴– نمایه‌سازی در سایت **IAWA**– زیلاریوم باغ کیو انگلستان

**Figure 4. Indexing on the IAWA site – Xylarium, Kew Gardens, England**

نقش و جایگاه زیلاریوم‌ها

به‌طور کلی، شناسایی انواع گونه‌های گیاهی به دلیل تنوع زیاد درون و بین گونه‌ای، حتی برای پژوهشگران نیز کار بسیار پیچیده‌ای است. از حدود ۴۰۰۰۰۰ گونه گیاهی در جهان حدود ۶۰۰۰۰ گونه آن درختی است (Beech *et al.*, 2017)، با در نظر گرفتن جایگاه و اهمیت گونه‌های گیاهی شناسایی آن‌ها برای حفاظت از تنوع زیستی مهم است (MacLeod, 2007). با توجه به اینکه چوب ماده اولیه بسیاری از صنایع است، در سال‌های اخیر که قاچاق چوب تبدیل به یک تجارت پر سود در سطح بین المللی شده آنچه بر قیمت آن تاثرگذار است، نوع چوب است (Deklerck *et al.*, 2019). با افزایش قطع غیرقانونی درختان، وجود زیلاریوم در هر منطقه می‌تواند شاهدی برای شناسایی و پیگیری قانونی و علمی گونه‌های درختی از بین رفته در هر ناحیه باشد (Wiedenhoeft & Baas, 2011). براساس گزارش‌های سازمان ملل در مورد بهترین روش شناسایی چوب (Pankhurst, 1978) در میان روش‌های غیرژنتیکی، آناتومی چوب پرکاربردترین روش معرفی شده است (UNODC Committee, 2016). تشخیص و شناسایی صحیح نوع چوب که کار تخصصی است بسیار اهمیت دارد، حتی دانش تجربی آن نیز به آسانی و در کوتاه مدت حاصل نمی‌شود و کلیدهای شناسایی، آزمایشگاههای مدرن آناتومی چوب، لنزهای دستی، اطلس‌ها و دستورالعمل‌های صحرایی ابزار کار آن‌ها است (Koch *et al.*, 2015). از طرفی با توجه به آنچه در مورد اهمیت جنگل‌ها و چوب در دنیای کنونی وجود دارد، احداث و توسعه مجموعه‌های چوبی که با عنوان زیلاریوم شناخته شده‌اند با اهداف علمی، آموزشی، محیط زیستی و تحصیلی بایستی جزو اولویت‌ها قرار گیرد. در وهله اول ممکن است به نظر برسد که این مجموعه‌ها تنها برای آناتومیست‌های چوب جالب توجه هستند، اما گیاه‌شناس‌ها و جنگلشناس‌ها نیز مخاطبان آن‌ها هستند (Abe *et al.*, 2011)، اطلاعات جامع این کلکسیون‌ها برای خرید و فروش اجناس آنتیک، مبلمان‌سازی، تولید و طراحی دکوراسیون و صنایع چوب نیز کاربردی است (شکل ۵)، در واقع هدف اصلی از ایجاد این موزه‌ها فراهم آوردن امکان مطالعات سیستماتیک برای آناتومیست‌های چوب، پژوهشگران، صنعتگران و علاقمندان سایر علوم و نیز همکاری نزدیک و تبادل بین زیلاریوم‌های بزرگ دنیا است (Le Bras *et al.*, 2017)، علاوه براین گردآوری این

مجموعه‌ها برای شناسایی نمونه‌های چوبی جهت کارکردهای تجاری (قانونی و یا غیرقانونی)، فرهنگی، تاریخی و باستان‌شناسی نیز کاربردی است (Gasson, 2011). زیلاریوم‌ها بخشی از میراث علمی و فرهنگی طبیعت ما هستند که می‌توانند در آموزش تاثیرگذار باشند و در بخش‌های نمایشگاهی و سایر قسمت‌های موزه‌ها نیز یاری‌رسان باشند (Langbour *et al.*, 2018).

شکل ۵- نمونه‌های دانشگاه کیوتو، تصاویر کلکسیون دانشگاه کیوتو که علاوه بر اهداف علمی و آموزشی، در آن نمونه چوب‌های دارای فرم‌های هنری و آرتیستیک برای صنایع‌دستی، ادوات موسیقی و مصنوعات چوبی هم وجود دارد. در قسمتی از این کلکسیون چوب‌های قیمتی و ارزشمند نیز نگهداری می‌شود.

**Figure 5. Kyoto University samples, images of the Kyoto University collection in addition to scientific and educational purposes, there are also samples of wood with art and artistic forms for crafts, musical instruments, and wooden artifacts. Precious and valuable woods are also kept in the part of this collection.**

شکل ۶- موزه تاریخ طبیعی جنگل فسیل **Lesvos** در یونان

**Figure 6. Lesvos Fossil Forest Natural History Museum in Greece**

در برخی از کلکسیون‌ها قسمتی تحت عنوان چوب‌های قدیمی، باستانی و فسیل نیز وجود دارد (شکل ۶)، مطالعه نمونه‌های حاصل از کاوش‌های باستان‌شناسی، اکتشافات و حفاری‌های زمین و نیز ادوات و ابزارهای چوبی مردمان گذشته، اطلاعات ارزشمندی از تاریخچه پوشش گیاهی مناطق مختلف زمین را آشکار می‌کند که در پژوهش‌های تاریخی، انسان‌شناسی و جامعه‌شناسی و درک تحولات دانش بشری تاثیرگذار است (De Micco *et al*., 2019). چوب موضوع مطالعه در علم دندروکرونولوژی نیز هست که علم تاریخ‌گذاری حلقه‌های رویشی درختان و ارتباط آن با عوامل محیطی است. در این پژوهش‌ها نمونه دیسک‌های چوبی جهت بررسی تغییرات اقلیمی، آتش‌سوزی، بوم‌شناسی، باستان‌شناسی و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند (Zhao *et al*., 2019). از طرفی چوب‌های تاریخی منابع بسیار مهمی برای مطالعه ایزوتوپ‌های پایدار در تحقیقات باستان‌شناسی و دیرینه‌شناسی هستند (Ward *et al*., 2005).

پیشرفت زیلوتک در دنیای مدرن

در عرصه‌های طبیعی شناسایی چوبها براساس ویژگی‌های ماکروسکوپی مانند رنگ، شکل و ساختار آناتومی آن‌ها تعیین می‌شود (Wheeler & Baas, 1998). برای دیجیتال‌کردن محتوای زیلاریوم‌ها، اغلب یک اسکن ماکروسکوپی از چوب تهیه می‌شود، با توجه به تفاوتی که در نمای ساختار چوب با مقیاس واقعی آن وجود دارد این تصویر در عمل قابل مقایسه با نمونه فیزیکی که اطلاعات بیشتری را در اختیار مخاطب قرار می‌دهد نیست (Miller *et al*., 1987) اما در بسیاری از کلکسیون‌ها این تصاویر ماکروسکوپی برای به کارگیری اطلاعات آنلاین مورد استفاده قرار می‌گیرد (Pearson & Wheeler, 1987). گسترش رایانه‌های شخصی نیز نقطه عطف بزرگی در شناسایی چوب ایجاد کرده است، پژوهشگران سیستم جدیدی به نام شناسایی چوب توسط نرم افزارهای تخصصی شناسایی بوجود آوردند (Ilic, 1993)، در این سیستم توسط چندین پایگاه داده و برنامه کاربردی کار شناسایی گونه‌ها انجام می‌شود، که عمدتا در شناخت چوبهای تجاری پیشرفت قابل توجهی را نشان داده است. برنامه‌نویسی در این سیستم‌ها اغلب گونه‌هایی را پوشش می‌دهد که بومی یک ناحیه یا یک منطقه آب و هوایی باشد و با تغییر منطقه، کاربر باید تمام قوانین شناسایی را برای نرم‌افزار تغییر دهد (Pearson & Wheeler, 1981; Wheeler, 2011).

در سال‌های اخیر با توسعه فناوری، این امکان برای دست‌اندرکاران فراهم شده است که بتوانند با تکنولوژی‌های مدرن براساس روش‌های متنوع تصویربرداری، آنالیز تصویر و اندازه‌گیری، چوب‌ها را شناسایی کنند. به‌عنوان نمونه، توسعه کتابخانه چوبی (Xylarium Bogoriense) کشور اندونزی اپلیکیشن کاربردی با عنوان ApeJay-KLHK برای تلفن‌های همراه طراحی کرده که می‌توان توسط آن اطلاعات مربوط به نمونه‌های چوبی را جمع‌آوری، ثبت و در نهایت برای نمایش مدیریت کرد (Amalia *et al*., 2022). تجربه موفق کشور اندونزی در طراحی سیستم پرتابل، بر پایه تصاویر تهیه و آنالیز شده باعث شکل‌گیری بانک داده چوب در این کشور و در نهایت شناسایی سریع نمونه‌های چوبی بدون حضور پژوهشگران گردید. اهمیت دقت و سرعت رسیدگی به گزارشات مرتبط توسط این نوآوری باعث تجارت میلیون دلاری چوب با بیش از ۴۰۰ گونه متداول در این کشور شده است (Yuliastuti *et al*., 2013). در واقع توسط یک گوشی هوشمند و یک لنز ماکرو امکان اجرای چنین فعالیتی در این کشور فراهم شده است (Tang *et al*., 2018).

انقلاب هوش مصنوعی در قرن ۲۱ فرصت یگانه‌ای برای زیلوتک بوجود آورد تا با جهشی در تکنیک‌های مطالعه و آنالیز، خدمات قابل ارائه آن‌ها را چندین گام به جلو براند (Figueroa-Mata *et al*., 2018). در واقع استفاده از هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل اطلاعات تا ۹۷/۵ درصد دقت اعمال چنین روش‌های شناسایی، درحد گونه را افزایش داد (Lens *et al*., 2020; Hwang, & Sugiyama, 2021; Andrade *et al*., 2020). کشورهایی همچون کاستاریکا با بیش از ۲۰۰۰ گونه درختی، در انجام این مطالعات پیشگام هستند و حتی دستورالعمل‌هایی برای تهیه تصاویری که پس از آنالیز در مدل‌ها مورد استفاده قرار خواهند گرفت نیز تهیه

کرده‌اند (Mata-Montero *et al*., 2018).

هدف از ذکر این مثال‌ها، تاکید بر اهمیت وجود اطلاعات پایه‌ای است که از نمونه کلکسیون‌های چوبی طی سال‌ها جمع‌آوری و استخراج شده و اینکه چنین بانک‌های داده‌ای منتج به شناسایی نمونه‌ها می‌شود.

## جمع‌بندی

این بلوک‌های چوبی بی‌صدا، دارای ارزش قابل‌توجهی هستند که می‌توانند موجب افزایش آگاهی جامعه نسبت به ذخایر زیستی شوند و توجه پژوهشگران را نسبت به جمع‌آوری و مستندنگاری اطلاعات آن‌ها جلب کنند.

با در نظر گرفتن ارزش بی‌نظیر تنوع زیستی علوم طبیعی و چوب در دنیا می‌توان با کاوشی که توسط بیان اهمیت انواع گونه‌های چوبی در این کلکسیون ها صورت می‌گیرد ارزش زیستی و فرهنگی آن‌ها را برای پژوهشگران و عموم مردم آشکار کرد. استفاده از تجربیات پژوهشگران و کلکسیون‌های متعدد در سطح بین‌المللی می‌تواند مسیر رسیدن به موفقیت را کوتاهتر کرده و بر سرعت تکمیل اطلاعات اثرگذار باشد.

از نظر تاریخی زیلاریوم‌ها نقش مهمی را در توسعه علوم چوب و برنامه‌های در اولویت جنگل به عهده دارند و می‌توان ازآن‌هابه عنوان منابعی از تجارت چوب، اجرای قانون، باستان‌شناسی، حفاظت، احیای میراث چوبی و... استفاده کرد. از طرفی با توجه به سرعت فزاینده تخریب اکوسیستم‌های طبیعی در ایران، تنوع گونه‌ای قابل توجه ۸۰۰۰ گونه گیاهی، سطح کم جنگل‌های کشور (Sagheb-Talebi *et al*., 2004) و همچنین انتشار گزارشات متعدد از وجود درختان دیرزیست با شرح کارکردهایی که از نمونه‌های چوبی ذکر شد، ایجاد کلکسیونی از نمونه‌های چوب در سطح ملی ضرورتی اجتناب ناپذیر محسوب می‌شود. در واقع توسط یکپارچه‌سازی اطلاعات پژوهشگران و جمع‌آوری دانش بومی، این نمونه‌های چوبی را می‌توان به‌عنوان تاریخچه زیستی ثبت و مورد حفاظت قرار گیرند.

زمانی که دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران تازه تاسیس شده بود و دانشمندان جوانی مانند آقایان دکتر پرویز نیلوفری و محمد طباطبایی و خانم دکتر پوران سلیمانی تحت نظارت دکتر رضا حجازی یکی از بزرگان علوم چوب ایران گروه صنایع چوب را در این دانشکده تاسیس کردند، اقدامات اولیه‌ای برای جمع‌آوری چوب و ایجاد چنین مرکزی پایه‌گذاری شد ولی زیلوتک به معنی واقعی هیچ وقت در این دانشکده شکل نگرفت.

از بدو تاسیس بخش صنایع چوب و فرآورده‌های آن در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور کار جمع‌آوری و کد‌گذاری نمونه‌های آزمایشی در آزمایشگاه آناتومی چوب این بخش تحقیقاتی آغاز شد، در مواردی نیز تبادل نمونه چوبی با مراکز مختلف در کشورهای دیگر صورت گرفت. اما تاکنون مرکزی تحت عنوان زیلوتک ملی نیز در این مؤسسه شکل نگرفته است. در این راستا بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن در نظر دارد تا طی یک برنامه پنج ساله با همکاری بخش‌های تحقیقاتی جنگل، گیاه‌شناسی، تعدادی از مراکز استانی و همراهی دانشکده‌های منابع طبیعی این تاخیر چندین ساله را جبران کرده و زیلوتک ملی ایران را با گونه‌های ارزشمند خود به مجامع بین المللی معرفی کند.

## منابع مورد استفاده


- Abe, H., Watanabe, U., Yoshida, K., Kuroda, K. and Zhang, C., 2011. Changes in organelle and DNA quality, quantity, and distribution in the wood of Cryptomeria japonica over long-term storage. IAWA Journal, 32: 263–272.
- Amalia, H., Aliamat, A. and Yunita, Y., 2022. Aplikasi mobile sistem informasi pengolahan Kayu Xylarium Bogoriense. Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI, 8(1): 22-27.
- Anderegg, W.R.L. and Meinzer, F.C., 2015. Wood Anatomy and Plant Hydraulics in a Changing Climate. In: Hacke, U. (eds) Functional and Ecological Xylem Anatomy. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-15783-2_9.
- Andrade, B., Basso, V. M. and Figueiredo Latorraca, J. V., 2020. Machine vision for field- level wood identification. IAWA Journal, 41(4):1-18.
- Baas, P., 1981. On some wood collections of historical interest. IAWA Bulletin (N.S.), 2(1):45–47.
- Baas, P., 1982. Systematic, phylogenetic, and

Bioinspired Intelligence (IWOBI). San Carlos, Costa Rica.
- Garrett, J., 1999. Redefining order in German library, 1775- 1825. Eighteenth-Century Studies, 33(1): 103-123.
- Gasson, P., 2011. How precise can wood identification be? Wood anatomy's role in support of the legal timber trade, especially CITES. IAWA Journal, 32(2): 137-154.
- Guzman, M., 2011. Inauguran xiloteca v´ıctor rojas. Technological Institute of Costa Rica. 10, p. 3 (In Spanish).
- Hafemann, L.G., Oliveira, L.S. and Cavalin, P., 2014. Forest species recognition using deep convolutional neural networks. 2014 22nd International Conference on Pattern Recognition, Stockholm, Sweden, pp1103-1107.
- Hoadley, B., 1990. Identifying wood: Accurate results with simple tools. Connecticut: The Taunton Press Inc. 223p.
- Holder, C. D., 2001. A Guide to Useful Woods of the World. Second edition. Forest Products Society, 618p.
- Hwang, S. W. and Sugiyama, J., 2021. Computer vision-based wood identification and its expansion and contribution potentials in wood science: A review. Plant Methods, 17(44): 1-21.
- Ilic, J., 1993. Computer aided wood identification using CSIROID. IAWA Journal, 14(4):333-340.
- Jiao, L., Yin, Y., Cheng, Y. and Jiang, X., 2014. DNA barcoding for identification of the endangered species Aquilaria sinensis: comparison of data from heated or aged wood samples. Holzforschung, 68(4); 487-494.
- Kagawa, A. and Leavitt, S.W., 2010. Stable carbon isotopes of tree rings as a tool to pinpoint the geographic origin of timber. Journal Wood Science, 56(3):175-83.
- Koch, G., Haag, V., Heinz, I., Richter, H.G. and Schmitt, U., 2015. Control of internationally traded timber-the role of macroscopic and microscopic wood identifi‑cation against illegal logging. Journal Forensic Research, 6(6): 1-4.
- Kress, W. J., GarcíaRobledo, C., Uriarte, M. and Erickson, D. L., 2015. DNA barcodes for ecology, evolution, and conservation. Trends in Ecology and Evolution, 30(1): 25-35.
- Lamb, H. and Curtis, A., 2005. A Guide for Developing a Wood Collection. Forest Products Society for the International Wood Collectors Society, 42p.
- Langbour, P., Paradis, S. and Thibaut, B., 2018. Description of the Cirad wood collection in Montpellier, France, representing eight thousand identified species. Bois et Forêts des Tropiques, 339(339): 7-16.
ecological wood anatomy: History and perspectives. In: Baas, P. (eds) New Perspectives in Wood Anatomy. Forestry Sciences, vol 1. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2418-0_2.
- Barker, J., 2008. Disconnection and reconnection: vouchers in wood science. IAWA Journal, 29(4): 425–437.
- Beech, E., Rivers, M., Oldfield, S. and Smith, P. P., 2017 GlobalTreeSearch: The first complete global database of tree species and country distributions. Journal of Sustainable Forestry, (36)5: 454-489.
- Beeckmann, H., 2016. Wood anatomy and trait-based ecology. IAWA Journal, 37(2): 127-151.
- Bellermann, J. B., 1788. Abbildungen zum Cabinet der vorzüglichsten in- und ausländischen Holzarten. F. Bellermann, Erfurt (In German).
- Bernal, R., Coradin, V., Camargos J., Costa, C. and Pissarra, J., 2011. Wood anatomy of Lecythidaceae species called "Tauari". IAWA Journal, 32(1), 97-112.
- Bossu, J., Beauchêne, J., Estevez, Y., Duplais, C. and Clair, B., 2016. New Insights on Wood Dimensional Stability Influenced by Secondary Metabolites: The Case of a Fast-Growing Tropical Species Bagassa guianensis Aubl. PLoS ONE 11(3): e0150777.
- Bowett, A., 2012. Woods in British Furniture-making 1400-1900: An Illustrated Historical Dictionary. Oblong Creative, Wetherby & Royal Botanic Gardens, Kew, 360p. 620 ill.
- Cornish, C., Gasson, P. and Nesbitt, M., 2014. The wood collection (xylarium) of the Royal Botanic Gardens, Kew. IAWA Journal, 35(1): 85-104.
- Correa, A. V., 2017. Xilotecas, importantes colecciones de referencia, Colombia Forestal, 20(2): 192-200.
- De Micco, V., Carrer, M., Rathgeber, C BK, Camarero, J J., Voltas, J., Cherubin, P. and Battipaglia, G., 2019. From xylogenesis to tree rings: wood traits to investigate tree response to environmental changes. IAWA Journal, (40)2: 155-182.
- Deklerck, V., Mortier, T., Goeders, N., Cody, R.B., Waegeman, W., Espinoza, E., Van Acker, J., Van den, Bulcke, J. and Beeckman, H., 2019. A protocol for automated timber species identification using metabolome profiling. Wood Science Technology, 53(4): 953-65.
- Desmond, R., 2007. The history of the Royal Botanic Gardens, Kew. Royal Botanic Gardens, Kew. Harvill Press, 486p.
- Figueroa-Mata, G., Mata-Montero-Mata, E., Valverde-Otarola, J. C. and Arias-Aguilar, D., 2018. Automated image- based identification of forest species: challenges and opportunities for 21th century xylotheques. IEEE International Work Conference on

- Le Bras, G., Pignal, M., Jeanson, M. L., Muller, S., Aupic, C. and Carré B., 2017. The French Muséum national d'histoire naturelle vascular plant herbarium collection dataset. Scientific Data, 4: 170016.
- Lens, F., Liang, Ch., Guo, Y., Tang, Xi, Jahanbanifard, M., Silva, F., Ceccantini, G. and Verbeek, F., 2020. Computer-assisted timber identification based on features extracted from microscopic wood sections. IAWA Journal. 41(4): 660-680.
- León, H., 2009. 50 años de la xiloteca MERw, patrimonio científico de Venezuela (1959-2009). Pittieria, 33: 111-120. (In Spanish)
- Lowe, A. J. and Cross, H. B., 2011. The application of DNA methods to timber tracking and origin verification. IAWA Journal, 32(2): 251-262.
- Lynch, A.H. and Gasson, P.E., 2010. Index Xylariorum-Edition 4. Royal Botanic Gardens, Kew. http://assets.kew.org/files/Index%20Xylariorum%204.pdf?
- MacLeod, N., 2007. Automated Taxon Identification in Systematics: Theory, Approaches and Applications. Systematics Association Special Volumes. Taylor & Francis, Boca Raton, 368p.
- Maniatis, D., Saint André, L., Temmerman, M., Malhi, Y. and Beeckman, H., 2011. The potential of using xylarium wood samples for wood density calculations: a comparison of approaches for volume measurement. iForest- Biogeosciences and Forestry, 4(4): 150-159.
- Mata-Montero, E., Valverde, J., Arias-Aguilar, D. and Figueroa-Mata, G., 2018. A methodological proposal for collecting and creating macroscopic photograph collections of tropical woods with potential for use in deep learning. Biodiversity Information Science and Standards 2: e25260.
- Miller, R. B., 1999. Xylaria at the Forest Products Laboratory: past, present, and future. Wood to survive. Tervuren, Belgique: Musee royal de l Afrique centrale, 1999. Annales. Sciences economiques, vol. 25: 243- 254.
- Miller, R.B., Pearson, R.G. and Wheeler, E.A., 1987 Creation of a large database with IAWA standard list characters. IAWA Journal, 8(3): 219-232.
- Mojib, Zh., 2010. Identifier of Iranian Museums. Museum of Science and Technology of the Islamic Republic of Iran. 704p (In Persian).
- Nagata, T., 2011. Presents from the 11th year of Meiji. Newsletter of the Friend's Society of the Koishikawa Botanical Garden 41:3-8 (In Japanese with English summary). Oblong Creative, Wetherby & Royal Botanic Gardens, Kew.
- Nagata, T., Duval, A., Lack, H. W., Loudon, G., Nesbitt, M., Schmull, M. and Crane, P. R., 2013. An unusual Xylotheque with plant illustrations from early Meiji Japan. Economic botany, 67(2): 87-97.
- Normand, D., Mariaux A., Détienne P. and Langbour P., 2017. CIRAD's wood collection. CIRAD. https://ur-biowooeb.cirad.fr/en/expertises-products/technical-expertise-on-wood/xylotheque
- Pan, S., and Kudo, M., 2011. Segmentation of pores in wood microscopic images based on mathematical morphology with a variable structuring element. Computers and Electronics in Agriculture, 75(2):250-260.
- Pankhurst, R.J., 1978. Biological identification: the principles and practice of identification methods in biology. Baltimore: University Park Press, Cambridge, 104p.
- Pearson, R.G. and Wheeler, E.A., 1981. Computer identification of hardwood species. IAWA Journal, 2(1): 37-40.
- Pearson, R.G. and Wheeler, E.A., 1987. A microcomputer based system for computer-aided wood identification. IAWA Journal, 8(4):347-354.
- Richter, H.G., Grosser, D., Heinz, I. and Gasson, P., 2004. IAWA Committee. IAWA, list of microscopic features for softwood identification. IAWA Journal, 25(1): 1-70.
- Sagheb-Talebi, Kh., Sajedi, T. and Yazdian, F., 2004. Forests of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands, 55p (In Persian and English).
- Stern, W. L., 1973. The wood collection: what should be its future? Arnoldia, 33(1): 67-80.
- Stern, W. L., 1978. Index Xylariorum. Institutional Wood Collections of the World. 2. Wiley, 27(2/3) 233-269.
- Stern, W. L., 1988. Index Xylariorum. Institutional wood collections of the world. 3. IAWA Bulletin, 9 (2):203-252.
- Sun, L. and Bogdanski, B. E. C., 2017. Trade incentives for importers to adopt policies to address illegally logged timber: The case of non-tropical hardwood plywood. Journal of Forest Economics, 27(1): 18-27.
- Tang, X. J., Tay, Y. H., Abdullah Siam, N. and Lim, S. Ch., 2018. My wood-ID: Automated macroscopic wood identification system using smartphone and macro-lens. CIIS 2018: Proceedings of the 2018 International Conference on Computational Intelligence and Intelligent Systems. 37-43p. https://doi.org/10.1145/3293475.3293493
- Tittensor, D. P., Walpole, M., Hill, S. L., Boyce, D. G., Britten, G. L., Burgess, N. D. and Ye, Y., 2014. A mid-term analysis of progress toward international biodiversity targets. Science, 346(6206): 241-244.
- Toghraei, N., 2013. Knowledge of Wood, First Volume: Today's Woods. Jahad Publishing Organization, 268p (In Persian with English summary).
- UNODC Committee. 2016. Best practice guide on

- Wiedenhoeft, A. 2016. Curating xylaria, Curating Biocultural Collections (handbook). Kew Publishing in association with Missouri Botanical Garden, 2016
- Wiedenhoeft, A. C. and Baas, P., 2011. Wood science for promoting legal timber harvest. IAWA Journal 32(2): 123-296.
- Yuliastuti, E., Suprijanto, dr. and Retno Sasi, S., 2013. Compact computer vision system for tropical wood species recognition based on pores and concentric curve. 3rd International Conference on Instrumentation Control and Automation (ICA). Bali. Indonesia, DOI: 10.1109/ICA.2013.6734071.
- Yusof, R., Khalid, M. M. and Khairuddin, A.S., 2013. Application of kernel-genetic algorithm as nonlinear feature selection in tropical wood species recognition system. Computers and Electronics in Agriculture, 93(1): 68-77.
- Zhao, S., Pederson, N., d'Orangeville L., HilleRisLambers, J., Boose, E., Penone, C., Bauer, B., Jiang, Y. and Manzanedo, R.D., 2019. The International Tree-Ring Data Bank (ITRDB) revisited: data availability and global ecological representativity. Journal of Biogeography, 46(2): 355-368.

forensic timber identification. United Nations Office for Drugs and Crime, Vienna. https://www.unodc.org/documents/Wildlife/Guide_Timber.pdf
- Walter Lack, H., 1999. Plant illustration on wood blocks, a magnicifant Japanese xylotheque of the early Meiji period. Curtis's Botanical Magazine, 16(2): 124-134.
- Ward, J., Harris, J., Cerling, T., Wiedenhoeft, A., Lott, M., Dearing, M-D., Coltrain, J. and Ehleringer, J., 2005. Carbon starvation in glacial trees recovered from the La Brea tar pits, southern California. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, 102(3): 690-694.
- Wheeler, E.A. 2011. Inside wood-a web resource for hardwood anatomy. IAWA Journal, 32(2): 199-211.
- Wheeler, E.A. and Baas, P. 1998. Wood identification-a review. IAWA Journal, 19(3): 241-264.
- Wheeler, E.A., Baas, P.and Gasson, P.E., 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Journal, 10(3): 219-332.
- Wiedenhoeft, A. 2014. Curating Xylaria, En: J. Salick, K. Konchar & Ma. Nesbitt (eds.). Chapter 9. Curating biocultural collections: A handbook (127-134pp). Richmond: Royal Botanic Gardens, Kew.

# From tree to museum: Exploring the hidden value of Xylotheque in the natural sciences

**M. Fadaei Khojasteh [1], F. Hatami [2*], K. Salehi [3]**

1-Research Expert, Botany Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

2*- Corresponding author, Expert, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. Email: firoozehhatami3@gmail.com

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

Received: 26.02.2023 Accepted: 17.04.2023

**Abstract**

Wood is a valuable material that is produced and treated in the forest workshop using natural resources. The history of these workshops reveals the significance of wood in human life across many regions of the world. As collecting wooden specimens became increasingly popular over time, museums and herbariums emerged to house valuable plant and animal collections. One unique type of collection is the xylarium, or wooden herbarium, where wood samples are stored. The term "xylothek" was originally used when these collections were made available to the public. Xylaria distinguish between collections created for scientific and educational purposes and informal ones made by craftsmen and artisans. The creation of these collections was primarily intended to facilitate collaboration and exchange among the world's greatest xylaria. They also allow for systematic studies by wood anatomists, researchers, and scientists in other fields. Additionally, they serve exhibition, educational, cultural, historical, and commercial purposes. In recent years, modern technologies such as imaging, image analysis, measurement, and artificial intelligence have made it possible for artisans to identify wood with greater precision. These collections have immense value because they increase awareness of biological reserves and attract the attention of experts who record and collect information about them. Wood blocks may seem silent, but they have tremendous potential to enhance our understanding of the natural world and contribute to its preservation.

Keywords: Herbarium, wood, wooden blocks, Xylothek, Xylarium.