

مقایسه آناتومی چوب‌های ملج، اوجا، آزاد و داغداغان به منظور شناسایی آنها از یکدیگر

وحیدرضا صفدری^{۱*} و میثم گلچین‌فر^۲

*۱- مسئول مکاتبات، دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج

پست الکترونیک: vahid.safdari@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۹

چکیده

در این پژوهش ویژگی‌های آناتومی و بیومتری چوب چهار گونه ملج (*Ulmus glabra*)، اوجا (*Ulmus carpiniifolia*)، آزاد (*Zelkova carpiniifolia*) و داغداغان (*Celtis australis*) متعلق به خانواده *Ulmaceae* که به لحاظ ویژگی‌های آناتومی خیلی به یکدیگر شبیه هستند و کم و بیش در ابنیه باستانی به کار گرفته شده‌اند بررسی شد، در نتیجه شناسایی چوب آنها از یکدیگر دارای اهمیت می‌باشد. در میان این ۴ گونه، داغداغان به آزاد و اوجا به ملج شباهت بیشتری دارد. به طوری که سلول‌های اشعه‌های چوبی دو گونه آزاد و داغداغان یک اندازه نبوده و اتفاقاً در همین سلول‌های بزرگ‌تر کریستال مشاهده می‌شود، ولی سلول‌های اشعه چوبی اوجا و ملج تا حدودی هم‌اندازه و فاقد کریستال هستند. تفاوت دو گونه اوجا و ملج را می‌توان در شکل ظاهری و فراوانی اشعه چوبی دانست. به نحوی که ظاهر اشعه چوبی اوجا در بُرش مماسی به سبب بزرگ بودن تک‌تک سلول‌های پارانشیم اشعه، قطور و کم ارتفاع به نظر می‌رسد، در حالی که سلول‌های اشعه چوبی در گونه ملج نسبت به اوجا کوچک‌تر و در نتیجه از ظاهر باریک و بلند برخوردار می‌باشد. ضمناً تعداد اشعه در هر میلی‌متر در بُرش عرضی گونه اوجا ۶-۸ عدد، ولی در گونه ملج ۴-۵ عدد می‌باشد. در بُرش مماسی سلول‌های حاشیه‌ای اشعه‌ی چوبی دو گونه آزاد و داغداغان بزرگ‌تر از سلول‌های داخلی‌تر می‌باشد. سلول‌های بزرگ حاشیه اشعه چوبی گونه داغداغان علاوه بر اینکه به صورت انفرادی حضور دارند، به صورت پشت سر هم و پیوسته نیز مشاهده می‌شوند که حالت اخیر به‌ندرت در چوب گونه آزاد مشاهده می‌شود. همچنین رنگ محلول پخت (آب + گلیسرین) نمونه‌های چوبی (۲×۲ سانتی‌متر) که به منظور نرم کردن بافت چوب به‌کار می‌رود در گونه آزاد به زرد طلایی تغییر رنگ داده در حالی که در سایر نمونه‌های چوبی به خاکستری تغییر رنگ می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: مقایسه آناتومی چوب، ملج، اوجا، آزاد، داغداغان، شناسایی چوب.

مقدمه

گروبر، (۱۳۷۲)، اما به‌ندرت مشاهده شده که آناتومی چوب گونه‌های متشابه که به لحاظ گیاه‌شناسی به یک خانواده مشترک تعلق دارند و از ظاهر مشابهی برخوردارند و

چوبهای مهم ایران در تعدادی از منابع تشریح شده است (نیلوفری، ۱۳۶۴؛ حجازی، ۲۵۳۷؛ پارسا‌پژوه و شواین

یکدیگر شناسایی نمود. محققان دیگر تفاوت آناتومی چوب دو جنس داغداغان *Celtis* و *Ulmus* را در ساختار اشعه چوبی دانستند (پانشین و دزو^۶، ۱۹۸۰؛ جن^۷، ۱۹۷۰؛ کور و همکاران^۸، ۱۹۷۹؛ متکاف و چاک^۹، ۱۹۵۰). سویتزر^{۱۰} (۱۹۷۱) و کوکس^{۱۱} (۱۹۴۱) تفاوت‌های آناتومی برگ و چوب دو جنس *Ulmus* و *Celtis* را مطالعه کردند و هیچ‌گونه تفاوت آناتومی در چوب گونه‌های جنس *Ulmus* نیافتند، ولی بین چوب گونه‌های *Celtis* از نظر نحوه آرایش آوند تفاوت دیدند.

سه گونه ملج، اوجا و آزاد به فراوانی در بناهای قدیمی و ابنیه باستانی کشور ایران مشاهده می‌شوند. اتفاقاً در خصوص اینکه چوب درب ورودی و پنجره‌های خانه نیما یوشیج (شاعر شهیر ایرانی)، در یوش بلده از اوجا یا ملج می‌باشد اختلاف نظر وجود دارد بنابراین انگیزه‌ای شد تا نگارندگان مقاله، آناتومی دو گونه ملج و اوجا و دو گونه متشابه دیگر از همین خانواده را مطالعه نمایند. این پژوهش تصمیم دارد تا ساختار آناتومی این چهار گونه متشابه را به لحاظ آناتومی و بیومتری مورد بررسی و مقایسه قرار دهد تا شناسایی نمونه چوب‌های قدیمی و چوب‌های جدید با اطمینان و سهولت بیشتری انجام شود.

مواد و روشها

سه دیسک به ضخامت بیست سانتی‌متر از سه گرده‌بینه گونه ملج که از قبل استحصال شده بود، از اداره کل منابع

شناسایی آنها از یکدیگر به لحاظ ماکروسکوپی و میکروسکوپی بسیار مشکل می‌باشد، به لحاظ آناتومی و ابعاد اجزاء آناتومیکی (بیومتری) مورد مقایسه قرار گیرند.

از خانواده *Ulmaceae*، چهار گونه ملج (*Ulmus glabra*)، اوجا (*Ulmus carpinifolia*)، آزاد (*Zelkova carpinifolia*) و داغداغان (*Celtis australis*) جزء گونه‌های بومی و مهم شمال ایران، محسوب می‌شوند (ثاقب طالبی و همکاران، ۱۳۸۴). چوب این گونه‌ها جدای از رنگ و بافت تقریباً متشابه، به دلیل بخش روزنه‌ای و ساختار موجی (زیگزاگی^۱) (مجموعه آوندهای تابستانه و پارانسیم-های طولی اطراف آوند) که در مقطع عرضی دارند و به علت وزن مخصوص تقریباً یکسان (سبک تا نیمه‌سنگین) آنها، به خصوص در دو گونه اوجا و ملج شناسایی آنها از یکدیگر به لحاظ ماکروسکوپی سخت و دشوار می‌باشد (حجازی، ۲۵۳۷، هولدی^۲، ۱۹۹۰، نیلسوفری، ۱۳۶۴، کارلکوئیست^۳، ۱۹۸۸) (شکل ۱). بنابراین دو گونه اوجا و ملج به لحاظ شباهت‌های قابل توجهی که در ظاهر با یکدیگر دارند، در بعضی مواقع در شمال ایران توسط بومیان تحت عنوان اوجا - ملج خوانده می‌شوند.

ویلر و همکاران^۴ (۱۹۸۹) چوب گونه‌های درختی دو جنس *Ulmus* و *Celtis*، بومی شمال ایالات متحده را مطابق با روش کمیته آیو-و^۵ بررسی کردند و ساختار اشعه‌ها، محل قرارگیری بلور (کریستال) و رنگ مواد استخراجی را جزء عواملی دیدند که با اتکاء به آن می‌توان گونه‌های مذکور را از

6- Panshin and de Zeeuw, 1980

7- Jane, 1970

8- Core et al. 1979

9- Metcalfe and Chalk, 1950

10- Sweitzer, 1971

11- Cox, 1941

1- Wavy bands

2- Hoadly, 1990

3- Carlquist, 1988

4- Wheeler et al. 1989

5- IAWA Committee

کبریت در جهت طولی به تفکیک از بخش تابستانه و بهاره از بخش میانی مقطع عرضی چوب تهیه شد و تراشه‌های سه دیسک با یکدیگر مخلوط و مطابق با روش فرانکلین^۳ در مخلوط اسیداستیک و آب اکسیژنه به نسبت یک به یک به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در داخل لوله آزمایش گذاشته شد، پس از اینکه رنگ نمونه‌های داخل لوله آزمایش به سفید روشن تغییر نمود، از داخل لوله آزمایش تخلیه و عمل دیفیوژن شدن انجام گردید، سپس محلول تا حد ۰/۰۵ درصد رقیق گردید (حسینی، ۱۳۷۹). سپس مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول بر روی لام منتقل و از آنها اسلایدهای میکروسکوپی تهیه و طول و پهنای ۵۰ عدد فیبر و طول و قطر ۵۰ عدد آوند به تفکیک در بخش بهاره و تابستانه اندازه‌گیری شد.

نتایج

اولین نکته قابل توجه تغییر رنگ محلول پخت (آب + گلیسرین) نمونه‌های چوبی بوده که محلول‌های پخت گونه آزاد به رنگ زرد طلایی و سایر گونه‌ها به خاکستری تغییر رنگ داده است. همان‌طوری که در جدول ۱ نشان داده شده، صفات آناتومی سه گونه ملج، اوجا، آزاد و داغداغان، و ویژگی‌های بیومتری را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود.

بُرش عرضی

هر چهار گونه دارای حلقه رویشی مشخص بوده و جزء چوب‌های بخش روزنه‌ای بوده، یعنی آوندهای بهاره مجزا و نسبت به آوندهای گروهی تابستانه خیلی بزرگتر بوده، قطر

طبیعی غرب مازندران (نوشهر) جمع‌آوری و به آزمایشگاه آناتومی چوب دانشکده منابع طبیعی کرج منتقل شد. گونه ملج چند سالی است که بدلیل آفت سوسک پوستخوار نارون^۱ در سنین جوانی خشک می‌شود و به همین سبب سن بیشتر دیسک‌های بدست‌آمده از ۲۰ تا ۲۵ سال تجاوز نمی‌کرد (پارسا پژوه و همکاران، ۱۳۷۵). سه دیسک بیست سانتی‌متری از سه درخت گونه‌های آزاد، اوجا و داغداغان با مجوز اداره منابع طبیعی مرزن آباد از حاشیه رودخانه چالوس و در نزدیکی‌های حسن آباد تهیه و همه آنها به آزمایشگاه آناتومی چوب منتقل شد. در ابتدا، از دیسک‌ها مکعب‌هایی به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر از بخش برون‌چوب و درون‌چوب تهیه و سپس از آنها مقاطع میکروسکوپی بدست‌آمد. روش آماده‌سازی نمونه‌های میکروسکوپی مطابق با روش شواين‌گروبر و پارسا پژوه (۱۳۷۲) بود. قبل از نمونه‌برداری نمونه‌های چوبی (۲×۲ سانتی‌متر) در مخلوط آب و گلیسرین به نسبت ۱ به ۱ به مدت ۸ ساعت جوشانده شدند. به منظور اطمینان از وجود کریستال نمونه‌ها توسط میکروسکوپ با نور پلاریزه به دقت مشاهده و سپس از نمونه‌ها از طریق میکروسکوپ نیکون مجهز به دوربین^۲ و متصل به کامپیوتر عکس تهیه شد. کلیه مشخصات میکروسکوپی نمونه‌ها مطابق با ویژگی‌های میکروسکوپی پهن‌برگان ارائه شده توسط کمیته آیو-وآ (IAWA) ۱۹۸۹ تشریح شدند. به منظور اندازه‌گیری‌های ابعاد (بیومتری) و همچنین تشخیص بهتر درجه‌آوندی و نوع فیبرها (لیبریفورم، ساده و تقسیم شده) تراشه‌هایی به اندازه چوب

1- Scolytus scolytus

2- Sony, Model No SSC-Dc50AP

3- Franklin, 1945

در اوجا یک‌اندازه و یکنواخت بوده، در حالی که در آزاد و داغداغان بعضی از سلول‌های اشعه بزرگ‌تر از سایرین می‌باشد. این سلول‌های بزرگ‌تر در گونه آزاد در حاشیه‌ها و در دو سر اشعه‌ی چوبی مشاهده می‌شوند ولی در داغداغان علاوه بر حاشیه و دو سر اشعه، در داخل اشعه نیز مشاهده می‌شوند، که اتفاقاً کریستال در داخل همین سلول‌های بزرگ مشاهده می‌شود. تفاوت بارز اشعه چوبی داغداغان و آزاد را می‌توان در این موضوع مهم دانست که سلول‌های بزرگ حاشیه اشعه در آزاد به صورت انفرادی ولی در داغداغان به صورت غلافی (پشت‌سره‌م) مشاهده می‌شوند (شکل ۲ و ۴). منافذ (پونکتواسیون) دیواره آوندها در هر چهار گونه متناوب و چندگوش می‌باشند. قطر آنها در گونه اوجا و ملج بیش از ۱۰ میکرومتر (در ملج بین ۱۰ تا ۱۴ و در اوجا بین ۹ تا ۱۱ میکرومتر) و در آزاد و داغداغان بین ۱۰ - ۷ میکرومتر (در آزاد ۹ - ۸ و در داغداغان ۷ تا ۹ میکرومتر) می‌باشد. پونکتواسیون اوجا و ملج از برجستگی و وضوح بیشتری نسبت به آزاد و داغداغان برخوردار است.

پارانشیم طولی حوالی آوند (پاراتراشال)^۱ در ملج و اوجا اغلب در ردیف‌های ۴-۳ تایی و در آزاد ۵-۴ تایی و در داغداغان ۵-۳ تایی مشاهده می‌شوند. پارانشیم طولی در دو گونه اخیر در بُرش مماسی به صورت مطبق مشاهده می‌شوند (شکل ۲).

بُرش شعاعی

اشعه‌ها در ملج، اوجا و آزاد به دو شکل مشاهده می‌شوند. به صورت مستطیل‌های کاملاً خوابیده و همچنین

آوندهای بهاره (ردیف اول) در گونه ملج اغلب بیش از ۲۰۰ میکرومتر و در اوجا، آزاد و داغداغان بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میکرومتر می‌باشد، البته در گونه اخیر به ندرت آوند به قطر بیش از ۲۰۰ میکرومتر مشاهده می‌شود (شکل ۱). از این رو در هر ۴ گونه بین آوندهای بهاره را پارانشیم‌های طولی پر نموده است. تعداد اشعه‌ها در یک میلی‌متر در ملج اغلب ۴ تا ۵ عدد، اوجا ۶ تا ۸ عدد، در آزاد ۴ تا ۷ عدد و در داغداغان ۳ تا ۵ عدد می‌باشد (شکل ۱). اشعه‌های چوبی در مقاطع میکروسکوپی تمام گونه‌های مورد مطالعه به غیر از ملج، با چشم غیر مسلح قابل مشاهده می‌باشند (شکل ۱).

بُرش مماسی

پهنای اشعه چوبی در گونه‌های ملج و اوجا ۱ تا ۶ و در آزاد ۱ تا ۸ عدد سلول می‌باشد ولی اغلب فراوان‌ترین اشعه در گونه اخیر از نوع ۵ تا ۶ ردیفه نیز می‌باشد. اشعه چوبی ۱ تا ۹ ردیفه و اشعه چوبی ۷ تا ۸ ردیفه فراوان‌ترین اشعه داغداغان می‌باشد. معمولاً ارتفاع بلندترین اشعه در ملج ۰/۴ تا ۰/۵ میلی‌متر، آزاد ۰/۵ تا ۰/۷ میلی‌متر، در اوجا ۰/۷ تا ۰/۹ میلی‌متر و در داغداغان به ۰/۸ میلی‌متر می‌رسد. پهنای پهن‌ترین اشعه چوبی در ملج ۲۰ تا ۴۰ میکرومتر، در آزاد ۵۰ تا ۷۰ میکرومتر و در اوجا ۸۰ تا ۹۰ میکرومتر و در داغداغان به ۸۰ تا ۱۰۰ میکرومتر می‌رسد.

با وجود آنکه پهنای پره‌چوبی ملج و اوجا به لحاظ تعداد سلول یک اندازه (۶-۱ سلول) می‌باشد، ولی پهنای پره‌چوبی اوجا نسبت به ملج به لحاظ اندازه (میلی‌متر) بیشتر می‌باشد، که علت آن بزرگ‌تر بودن سلول‌های پارانشیم اشعه اوجا می‌باشد. سلول‌های پارانشیم اشعه چوبی در ملج و تا حدودی

1 -Paratracheal

به طور خلاصه گونه آزاد و داغداغان را به سبب سلول‌های بزرگ حاشیه اشعه و وجود کریستال، در یک گروه و اوجا و ملج را به سبب عدم وجود کریستال و یک‌اندازه بودن سلول‌های داخل اشعه چوبی و همچنین سایر تشابهات آناتومیکی در گروه دیگر گروه‌بندی نمود (شکل ۲).

شکل ظاهری پره چوبی اوجا در بُرش مماسی کم ارتفاع و قطور و اندازه سلول‌های آن بسیار درشت و یک‌اندازه نیستند. در حالی که سلول‌های ملج کوچک و از اندازه یکنواخت بوده و از ظاهر کشیده و کم قطر برخوردارند (شکل ۲). ضمناً فراوانی اشعه در واحد طول (بُرش عرضی) و در واحد سطح (بُرش مماسی) در اوجا نسبت به ملج بیشتر می‌باشد که باعث تشخیص این دو گونه از یکدیگر می‌شود (شکل ۲).

اما تفاوت گونه داغداغان نسبت به آزاد را می‌توان در پهن تر بودن اشعه چوبی داغداغان (تا ۹ سلول) نسبت به آزاد (حداکثر ۸ سلول) و وجود سلول‌های حاشیه‌ای (غلافی) در حاشیه اشعه چوبی داغداغان (شکل ۲) و عدم آن در آزاد دانست. ضمناً در بُرش شعاعی اشعه‌های چوبی گونه داغداغان ترکیبی از سلول‌های چهارگوش و مستطیل خوابیده است که از این جهت با گونه آزاد که دارای سلول‌های خوابیده و در حاشیه مربعی شکل می‌باشند متفاوت هستند.

تغییر رنگ محلول پخت در نمونه‌های چوبی (۲ × ۲ سانتیمتر مربع) آزاد به زرد طلایی و در مقابل تغییر رنگ محلول پخت نمونه‌های چوب‌های داغداغان، ملج و اوجا به خاکستری را باید از دیگر نکات مهم در تفکیک چوب آزاد از داغداغان و حتی دو گونه دیگر محسوب کرد.

به صورت مستطیل کاملاً خوابیده با حاشیه مربعی ولی در داغداغان به شکلهای مختلف: (۱) مستطیل خوابیده و در حاشیه ۱ ردیف سلول مربعی، (۲) مستطیل خوابیده و در حاشیه ۲ تا ۴ ردیف سلول مربعی، (۳) تماماً مربعی شکل و (۴) مستطیل خوابیده و مخلوط با سلول‌های مربعی شکل مشاهده می‌شوند (شکل ۵). در اشعه‌ی ملج و اوجا هیچ گونه بلور (کریستال) مشاهده نمی‌شود ولی در اشعه آزاد و داغداغان، اغلب در سلول‌های حاشیه‌ای که به شکل مربع می‌باشد، بلور یا کریستال مشاهده می‌شود (شکل ۵).

بحث

همان‌طوری که از جدول یک و توضیحات مربوط به گونه‌ها برمی‌آید، چوب همه گونه‌های خانواده *Ulmaceae* بخش روزنه‌ای بوده و کلیه خواص آناتومی آنها در بُرش عرضی، مماسی و شعاعی مشابه می‌باشد و در نتیجه شناسایی آنها خالی از اشتباه و خطا نخواهد بود که این مهم با نتایج تحقیقات ویلر و همکاران (۱۹۸۹) در خصوص عدم تفاوت‌های بارز آناتومی و مشخص بین گونه‌های درختی *Ulmaceae* در شمال ایالات متحده هم‌خوانی دارد. البته تعدادی از تفاوت‌های موجود نظیر قطر آوند بهاره، پهنای اشعه‌چوبی به لحاظ اندازه و همچنین وجود کریستال بعضاً تابع رویشگاه بوده و همچنین ممکن است در بعضی از سال‌های رویشی با سال‌های دیگر تفاوت‌هایی داشته باشند که در نتیجه نمی‌تواند چندان در تشخیص گونه‌ها از یکدیگر قابل اعتماد باشند (ویلسون و بیول، ۱۹۸۶). اما با تمام این اوصاف چند نکته ریز وجود دارد که می‌تواند در تشخیص این ۴ گونه از یکدیگر مؤثر باشد.

جدول ۱- ویژگی‌های آناتومی ۴ گونه ملج، اوجا، آزاد و داغداغان از خانواده *Ulmaceae*، مطابق با کمیته IAWA

گونه	حلقه رویشی	نوع آوند	ترتیب قرارگیری آوند	گروه بندی آوندها	دریچه آوندی	روزنه‌های بین دیواره آوندی	اندازه پونکتواسیون بین آوندی (میکرومتر)	پونکتواسیون بین اشعه و آوند
ملج	مشخص	بخش‌روز نه‌ای	آوندها به صورت ردیف‌های مماسی و مورب	اغلب گروهی	ساده	متناوب و چند گوش	بزرگ ≥ 10	پونکتواسیون دارای هاله بسیار باریک می‌باشد، به طوریکه در ظاهر پونکتواسیون ساده به نظر می‌رسد، و شکل پونکتواسیونها کروی و بیضوی می‌باشد.
اوجا	"	"	"	"	"	"	متوسط ۷-۱۰ و بزرگ ≥ 10	"
آزاد	"	"	"	"	"	"	متوسط ۷-۱۰	"
داغداغان	"	"	"	"	"	"	متوسط ۷-۱۰	"

ادامه جدول ۱- ویژگی‌های آناتومی ۴ گونه ملج، اوجا، آزاد و داغان از خانواده *Ulmaceae*. مطابق با کمیته IAWA

گونه	ضخامت مارپیچی در آوندها	قطر مماسی حفره آوند (میکرومتر)	متوسط طول آوند (میکرومتر)	تیل	تراکتید آوندی*	نوع فیبر +	ضخامت دیواره فیبر	متوسط طول فیبر (میکرومتر)	پارانشیم طولی
ملج	در طول بدنه آوندها مشاهده می‌شود	≥ 200	≤ 350	اغلب حضور دارد	حضور دارد	با روزنه هاله‌ای بسیار کوچک	نازک تا ضخیم	۹۰۰-۱۶۰۰	دور آوندی (بهاره) - کمی دور آوندی و به صورت نواری در ابتدای دوایر رویشی مشاهده می‌شود.
اوجا	"	۱۰۰-۲۰۰	"	"	"	"	"	"	"
آزاد	"	"	"	"	"	"	"	"	"
داغداغان	"	۱۰۰-۲۰۰ و ≥ 200	"	"	"	"	"	"	"

* تراکتید آوندی در اوجا خیلی کمتر از ملج مشاهده می‌شود، و تشخیص آن در لامل‌های دفییره آسان‌تر است.

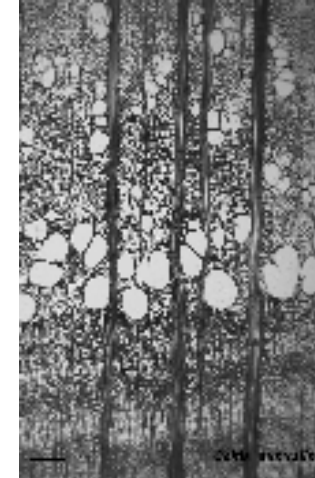
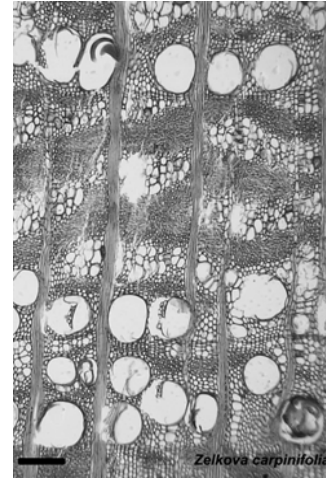
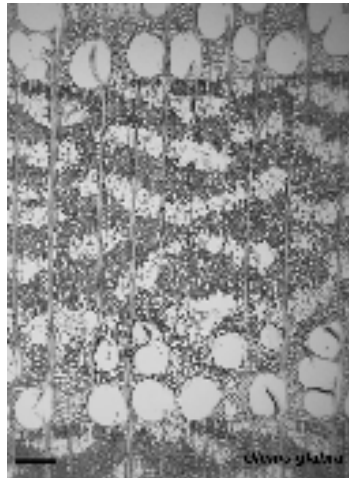
+ بسیار به سختی قابل تشخیص است و بعضاً حتی از طریق الیاف دفییره شده قابل مشاهده نمی‌باشد.

* پارانشیم طولی دور آوندی در اوجا نسبت به ملج بیشتر مشاهده می‌شود و در ملج اغلب از نوع کمی دور آوندی است.

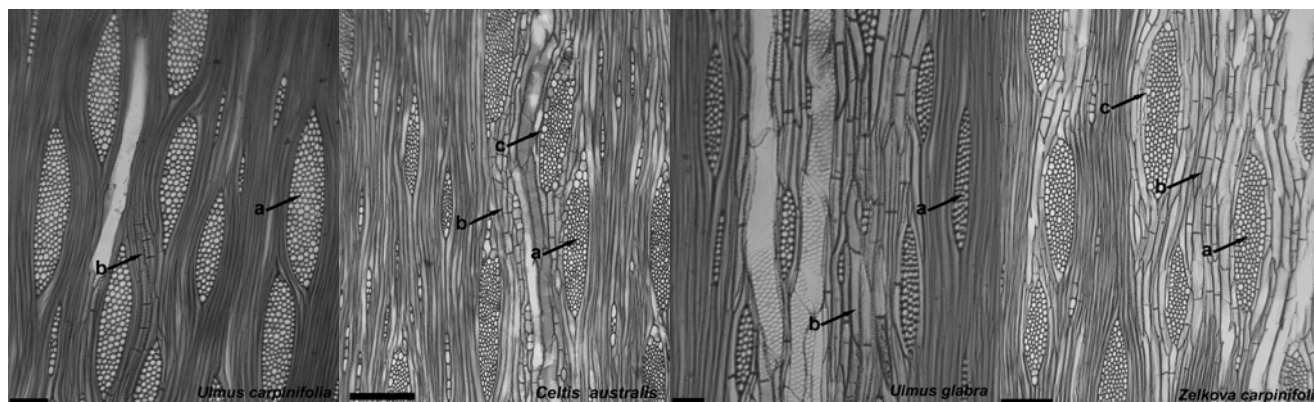
ادامه جدول ۱- ویژگی‌های آناتومی چوب ۴ گونه ملج، اوجا، آزاد و داغداغان از خانواده *Ulmaceae*، مطابق با کمیته IAWA.

گونه	تعداد سلول در هر پارانشیم طولی	پهنای اشعه چوبی	ارتفاع اشعه (میلی متر)	نوع اشعه چوبی	تعداد اشعه در یک میلی متر	بلور (کریستال)	سلولهای حاشیه‌ای در اشعه	جرم ویژه پایه
ملج	۳-۶ عدد	۱۰-۴ عدد (اغلب ۶-۵ عدد)	کمتر از یک	اشعه‌ها به صورت مستطیل خوابیده و خیلی به ندرت با حاشیه مربعی مشاهده می‌شود.	۱۲-۴ عدد، اغلب ۴ تا ۵ عدد	حضور ندارد	حضور ندارد	متوسط (۰/۷۵ - ۰/۴۰) ۰/۵۰
اوجا	"	"	"	اشعه‌ها به صورت مستطیل خوابیده با حاشیه مربعی و همچنین بعضاً بطور کامل مستطیل خوابیده نیز وجود دارد.	۱۲-۴ عدد، اغلب ۶ تا ۸ عدد	"	"	متوسط (۰/۷۵ - ۰/۴۰) ۰/۴۲
آزاد	۳-۶ عدد و به شکل مطبق	"	"	اشعه‌ها به صورت مستطیل خوابیده با حاشیه مربعی و همچنین به طور کامل مستطیل خوابیده نیز وجود دارد.	۱۲-۴ عدد، اغلب ۴ تا ۷ عدد	"	"	متوسط (۰/۷۵ - ۰/۴۰) ۰/۴۴
داغداغان	۳-۸ عدد	۱۰-۴ عدد، (اغلب ۷ تا ۸ عدد)	"	اشعه‌ها به صورت مستطیل خوابیده، در حاشیه ۱ ردیف سلول مربعی - اشعه‌ها به صورت مستطیل خوابیده، در حاشیه ۲ تا ۴ ردیف سلول مربعی - تمام اشعه‌ها بصورت مربعی - اشعه‌ها بصورت مستطیل خوابیده و اشعه‌های مربعی شکل با آن مخلوط می‌باشد.	۱۲-۴ عدد، اغلب ۳ تا ۵ عدد	به وضوح مشاهده می‌شود	به وضوح مشاهده می‌شود	متوسط (۰/۷۵ - ۰/۴۰) ۰/۴۲

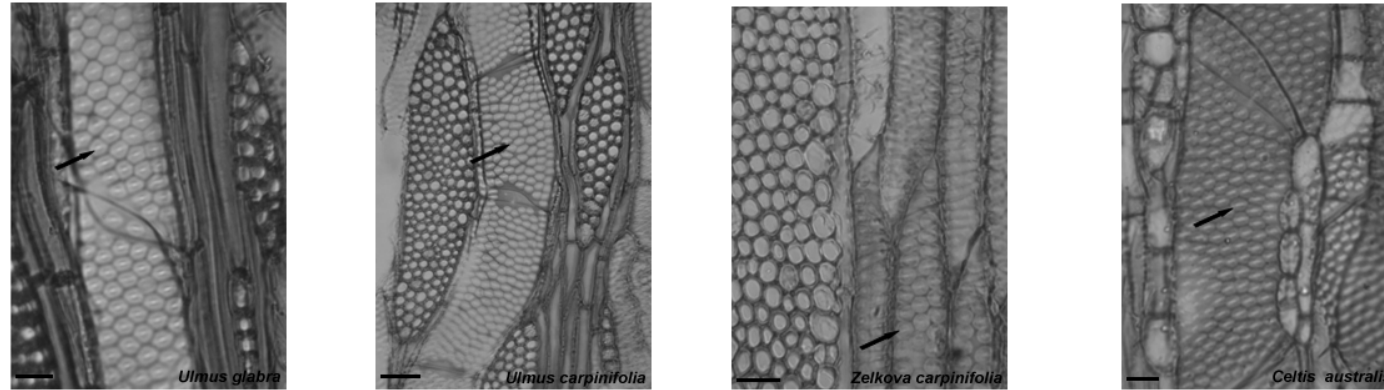
مقایسه آناتومی چوب‌های ملج، اوجا...



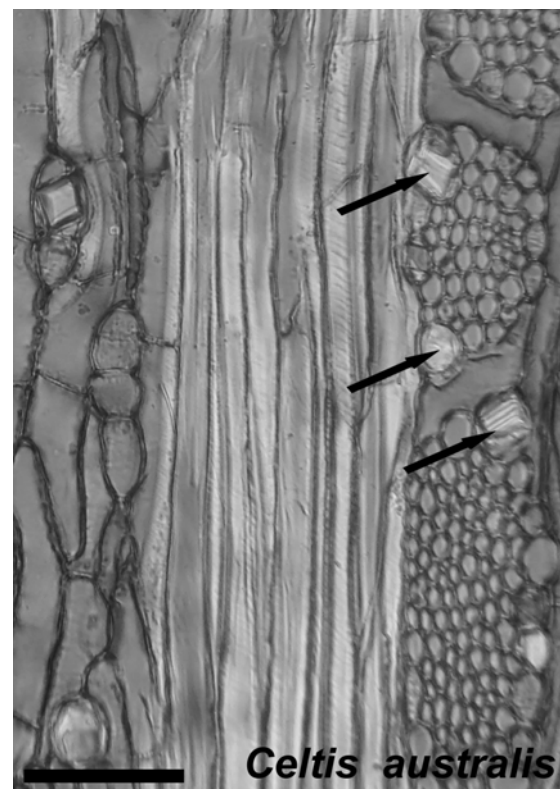
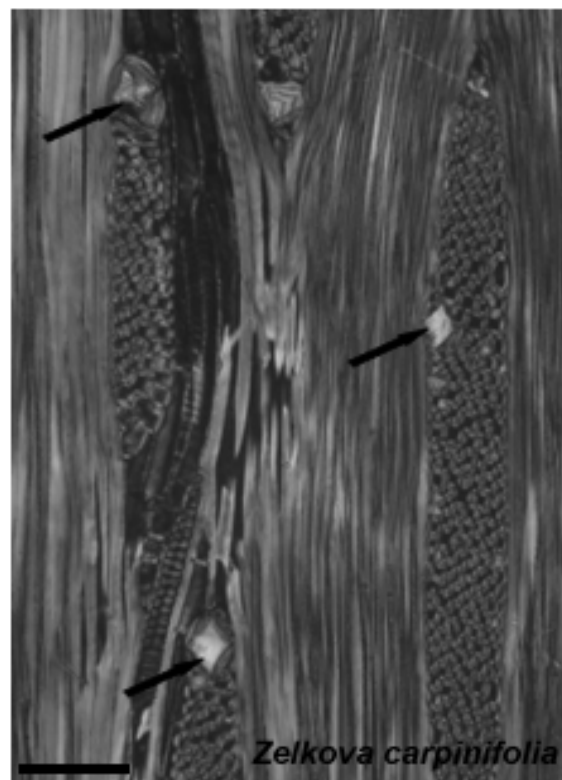
شکل ۱- مقاطع عرضی ۴ گونه از خانواده *Ulmaceae* آوندهای بهاره در ملج و بهندرت در داغداغان بیش از ۲۰۰ میکرومتر می‌باشد، در حالی که در گونه‌های اوجا و آزاد کمتر از ۲۰۰ میکرومتر می‌باشد. تعداد اشعه‌ها در یک میلی‌متر در ملج اغلب ۴ تا ۵ عدد، اوجا ۶ تا ۸ عدد، در آزاد ۴ تا ۷ عدد و در داغداغان ۳ تا ۵ عدد می‌باشد. خط مقیاس معرف ۲۰۰ میکرومتر است (عکس از نگارندگان).



شکل ۲- مقاطع مماسی ۴ گونه از خانواده *Ulmaceae*، پهنای پره چوبی در هر چهار گونه ۱۰-۴ عدد سلول می باشد. سلول های داخل اشعه چوبی ملج یک اندازه و یکنواخت می باشد، (a) در حالیکه سلولهای اشعه سه گونه دیگر یک اندازه نمی باشد، به خصوص این اختلاف اندازه سلول ها در دو گونه آزاد و داغداغان نسبت به اوجا مشهودتر است که اغلب سلولهای بزرگتر در دوسر اشعه چوبی یا در حاشیه اشعه چوبی رویت می شوند (a). اشعه چوبی اوجا نسبت به ملج به لحاظ ظاهری کوتاهتر و قطورتر است و فراوانی آن در یک میلی متر نسبت به ملج بیشتر است (a). پهنای اشعه چوبی داغداغان نسبت به آزاد، اوجا و ملج بیشتر بوده و در بعضی از اشعه ها یک ردیف سلول غلافی دیده می شود (C). پارانشیم طولی در داغداغان و آزاد به صورت مطبق مشاهده می شود (b). خط مقیاس معرف ۱۰۰ میکرومتر است (عکس از نگارندگان).

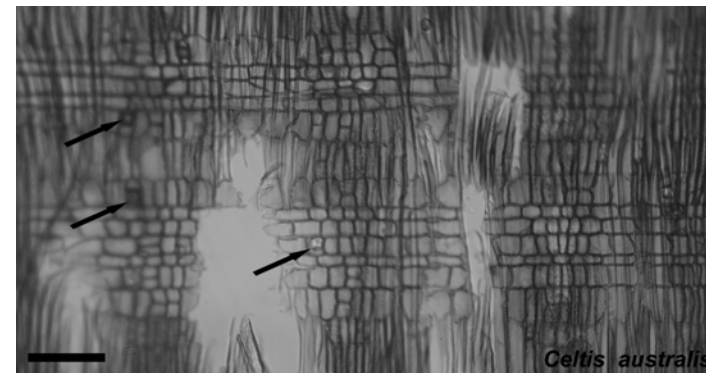
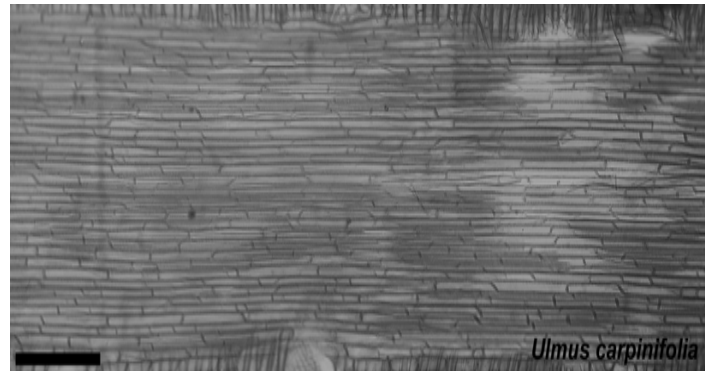
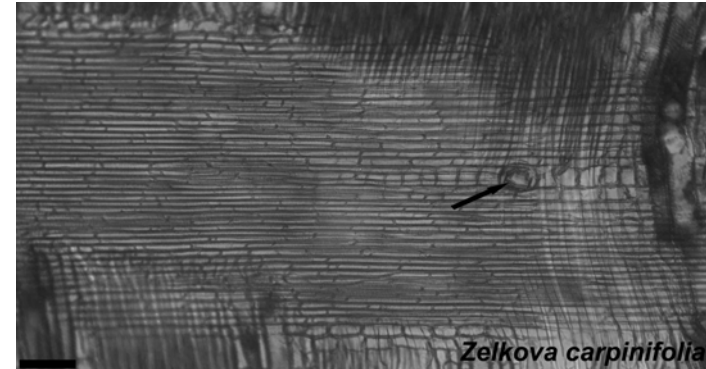
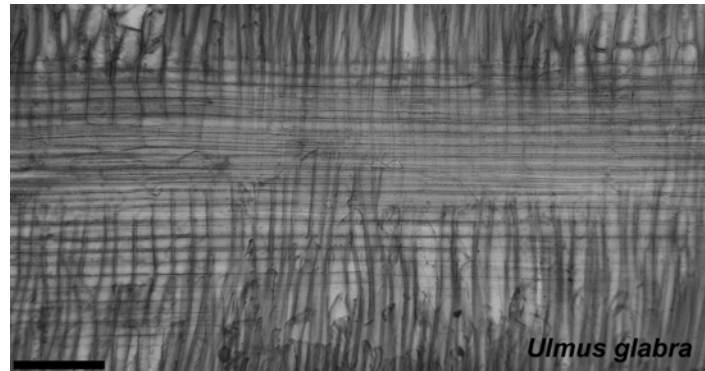


شکل ۳- مقاطع مماسی ۴ گونه از خانواده *Ulmaceae*. (پونکتواسیون بین آوندی در هر ۴ گونه متناوب و چند گوش است. بزرگترین پونکتواسیون بین آوندی را در بین این خانواده گونه ملج دارد که بزرگتر از ۱۰ میکرومتر می‌باشد. هر دو نوع پونکتواسیون، "بزرگتر از ۱۰ میکرومتر" و "بین ۷-۱۰ میکرومتر" در گونه اوجا مشاهده می‌شود. پونکتواسیون آزاد و داغداغان بین ۷-۱۰ میکرومتر است که به سختی روزنه آن قابل رویت است. خط مقیاس معرف ۲۰ میکرومتر است) (عکس از نگارندگان).



شکل ۴- مقاطع مماسی گونه آزاد (*Zelkova carpinifolia*) و داغداغان (*Celtis australis*). (در داخل سلول‌های بزرگ حاشیه اشعه چوبی آزاد و داغداغان کریستال مشاهده می‌شود. کریستال‌های داخل اشعه چوبی داغداغان به سبب بزرگتر بودن سلول‌های حاشیه‌ای نسبت به آزاد بزرگتر می‌باشد (برای مشاهده کریستال از نور پلاریزه استفاده شده است). خط مقیاس معرف ۱۰۰ میکرومتر است) (عکس از نگارندگان).

مقایسه آناتومی چوب‌های ملج، اوجا...



شکل ۵- مقاطع شعاعی ۴ گونه از خانواده Ulmaceae. (اشعه‌های چوبی در ملج، اوجا و آزاد به صورت مستطیل خوابیده و گاهی با حاشیه مربعی مشاهده می‌شود (در ملج به ندرت دارای حاشیه مربعی است). اشعه‌های چوبی در داغداغان به شکلهای مختلف: ۱) اشعه‌ها به صورت مستطیل خوابیده، در حاشیه ۱ ردیف سلول مربعی - اشعه‌ها به صورت مستطیل خوابیده، در حاشیه ۲ تا ۴ ردیف سلول مربعی - به‌طور کامل اشعه‌ها بصورت مربعی - اشعه‌ها به صورت مستطیل خوابیده و مخلوط با اشعه‌های مربعی شکل. کریستال در اشعه چوبی آزاد و داغداغان مشهود است (برای مشاهده کریستال از نور پلاریزه استفاده شده است). خط مقیاس معرف ۱۰۰ میکرومتر است) (عکس از نگارندگان).

-Cox, M.J. 1941. The comparative anatomy of the secondary xylem of five American species of *Celtis*. *Amer. Midland Nat.* 25: 348-357.

-Franklin GL.1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature* 155(3924):51-59

-Hoadley, R.B. 1990. Identifying Wood: accurate results with simple tools. The Taunton Press, Newtown, CT.

-Hoadly, R. B., 1990. Identifying Wood. Taunton Press, Inc. pp 104-105.

-IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification by an IAWA Committee. E.A. Wheeler, P. Baas & P.E. Gasson (eds.) *IAWA Bull. n.s.*10: 219--332.

-Jane, F.W. 1970. The structure of wood. 2nd Ed. A. & C. Black Ltd., London.

-Metcalf, C.R. & L. Chalk, 1950. Anatomy of the dicotyledons. Vol. 2. Clarendon Press, Oxford.

-Panshin, A. J. & C. de Zeeuw. 1980. Textbook of Wood Technology. 4th Ed. McGraw-Hill Book Co., New Yourk.

-Sweitzer, E.M. 1971. Comparative anatomy of the Ulmaceae. *J. Arnold Arbor.* 52: 523 – 585.

-Wheeler, E.A., C.A Lapasha. & R.B. Miller, 1989. Wood Anatomy of Elm (*Ulmus*) And Hackberry (*Celtis*) Species Native to the United States. *IAWA Bulletin n.s.*, Vol. 10 (1), 1989: 5-26.

-Wilson, K; Biol, F. 1986. The anatomy of wood. Stobart & Son Ltd., London. Pp.119.

منابع مورد استفاده:

-پارسا پژوه، د و ف، هانس شواین گرویر. ۱۳۷۲. اطلس چوبهای

شمال ایران. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم. ۱۳۶ صفحه.

-پارسا پژوه، د، م، فائزی پور، ح، تقی یاره. ۱۳۷۵. حفاظت صنعتی

چوب. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول. ۶۵۷ صفحه.

-ثاقب طالبی، خ، ت ساجدی، ف، یزدیان. ۱۳۸۴. نگاهی به

جنگلهای ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. چاپ دوم،

۲۷ صفحه.

-حجازی، ر. ۲۵۳۷. اصول تشریح چوب. انتشارات افست مروی.

۱۵۴ صفحه..

-حسینی، ض. ۱۳۷۹. مرفولوژی الیاف در چوب و خمیر کاغذ.

انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲۸۸ صفحه.

-نیلوفری، پرویز. ۱۳۶۴. چوب شناسی. انتشارات دهخدا. ۵۸۱

صفحه.

-Core, H. A., W. A. Cote & A.C. Day. 1979. Wood. Structure and identification. 2nd Ed. Syracuse University Press, Syracuse.

-Carlquist, S, 1988. Comparative wood anatomy. Springer . Pp 52.

Comparative wood anatomy of Wych Elm, English Elm, Caucasian Elm and Hackberry

Safdari, V.^{1*} and Golchinfar, M.²

1*- Corresponding author, Associate Prof., Dept. of Wood and Paper Science & Technology, Islamic Azad University- Kraj branch – Iran . Email: vahid.safdari@gmail.com

2- M.Sc., student Dept. of Wood and Paper Science & Technology, Islamic Azad University- Kraj branch – Iran

Received: Sep., 2010

Accepted: April, 2011

Abstract

In this investigation, anatomical characteristics of Iranian native woods from *Ulmaceae* family: *Ulmus glabra*, *Ulmus carpinifolia*, *Zelkova carpinifolia*, *Celtis australis* have been compared. These 4 woods are similar and have been used in Iranian historical buildings and their identification would be important. Among 4 species, *Zelkova carpinifolia* is somehow similar to *Celtis australis* while, *Ulmus glabra* is close to *Ulmus carpinifolia*. Boundary cells of rays in *Zelkova carpinifolia* and *Celtis australis* are bigger than inside cells of rays. The difference between *Zelkova carpinifolia* and *Celtis australis* are in ray width. Ray width of *Celtis australis* is 7-8 cells, whereas *Zelkova carpinifolia* 5- 6 cells. The color of soluble (Glycerin + water) which have been used for softening of wood samples (2× 2 cm) for *Zelkova carpinifolia* got golden color but others grey. The difference between *Ulmus glabra* and *Ulmus carpinifolia* are in appearance of rays. The appearance of *Ulmus carpinifolia*'s ray is short and wide while ray of *Ulmus glabra* is tall and slender. Meanwhile the frequency of rays in cross section of *Ulmus carpinifolia* is 6-8 per millimeter but in the case of *Ulmus glabra* the figure is 4-5.

Keywords: Comparative wood anatomy - *Ulmus glabra* - *Ulmus carpinifolia* - *Zelkova carpinifolia* – Wood identification - *Celtis australis*