

ویژگی‌های آناتومی چوب درختچه حرّاً (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh) واقع در جنگل‌های ماندابی ایران (جزیره قشم)

وحیدرضا صفدری^{۱*} و شادمان پورموسی^۲

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

پست الکترونیک: vahid.safdari@gmail.com

۲- استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۳

چکیده

درختچه حرّاً، به افتخار ابن‌سینا فیلسوف و طبیب شهیر ایرانی که او را اویسنا (*Avecina*) می‌شناختند نام علمی اوسینا (*Avicennia*) را به خود گرفته است. این مقاله قصد دارد تا ویژگی‌های آناتومی چوب این درختچه که یکی از مهمترین گونه‌های جنگل‌های ماندابی ایران است را مورد بررسی قرار دهد. بدین منظور سه دیسک چوبی از تنه سه درخت بالغ تهیه و به نمونه‌های مکعبی کوچک تبدیل شدند. سپس توسط میکروتوم از آنها نمونه‌های نازک میکروسکوپی تهیه و پس از رنگ‌آمیزی با استرابلو و سفرائین توسط کانادا بالزام بر روی لام‌های شیشه‌ای تثبیت شده و بعد ویژگی‌های آناتومی آنها مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از چوب تنه حرّاً تعدادی خلال‌های کبریتی تهیه و در مخلوط اسید استیک و آب اکسیژنه خیسانده شدند و ویژگی‌های مورفولوژی الیاف آن نیز مورد مطالعه قرار گرفت. از مهمترین ویژگی‌های آناتومی چوب گونه حرّاً می‌توان حضور بافت آبکش تومانده را نام برد که توسط پارانشیم‌های طولی رابط احاطه شده‌اند. علاوه بر این، سلول‌های اسکله‌ای به صورت لایه‌ای در میان بافت چوبی مشاهده شدند. ویژگی‌های آناتومی چوب درخت حرّاً (*Avicennia marina*) در منابع مختلف دارای تفاوت‌هایی است که می‌توان این ویژگی را به تأثیرپذیری این گونه از اقلیم و یا شرایط رویشگاهی مربوط دانست.

واژه‌های کلیدی: حرّاً (*Avicennia marina*)، *Acanthaceae*، آناتومی چوب، ماندابی، ایران

مقدمه

اکولوژیست‌ها و گیاه‌شناسان جنگل‌های ایران را با توجه به تغییرات اقلیمی به ۵ ناحیه: هیرکانی، ایرانو توران، زاگرس، حاشیه خلیج فارس و عمان تقسیم نمودند. جنگل‌های ناحیه هیرکانی همانند کمر بند سبزی حاشیه جنوبی دریاچه خزر را پوشانده و بیشتر گونه‌های چوبی آن صنعتی است. ولی چوب‌های درختان سایر نواحی ایران با وجود آنکه از تنوع گیاهی بالایی برخوردارند ولی به لحاظ تجاری چندان مهم نیستند (Sagheb-Talebi et al., 2004).

جنگل‌های ماندابی (مانگرو) در عرض جغرافیایی ۲۵ درجه تا ۲۷/۵ درجه شمالی و طول ۵۵/۱۰ تا ۶۵ درجه شرقی در قسمت شمالی خلیج فارس و دریای عمان و در حاشیه سه استان ساحلی بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان در جنوب ایران واقع شده‌اند (Safiari, 2003). جنگل‌های ماندابی در ایران شامل دو گونه غالب حرّاً (*Avicennia marina* (*Acanthaceae*)) و چنّدل (*Rhizophora mucronata* (*Rhizophoraceae*)) است که در سواحل خلیج فارس و دریای عمان، به‌ویژه در شمال

اویسنا (*Avecina*) می‌شناختند نام علمی اوسینا (*Avicennia*) را به خود گرفته است (Quattrocchi, 1999).

آناتومی چوب حرّاً توسط تعدادی از محققان مورد بررسی قرار گرفته است Panshin, 1932; Krishnamurthy & Sigmani, 1987; Metcalfe & Chalk, 1983; (Zamski, 1979)، ولی اخیراً به سبب تنوعات آناتومی که چوب این گونه در رویشگاه‌های مختلف از خود نشان داده باعث شده تا علاقه محققان به تحقیق در مورد رابطه ویژگی‌های آناتومیکی چوب این گونه با خصوصیات اکولوژی جلب شود (Schmitz *et al.*, 2007a, b; Sun & Suzuki, 2000).

مهمترین ویژگی آناتومی چوب حرّاً را می‌توان لایه‌های تیره بافت اسکله‌بندی و لایه‌های روشن‌تر بافت آبکشی و همچنین لایه‌های کامبیومی متحدالمرکز دانست که بر خلاف بیشتر درختان چوبی که لایه زاینده (کامبیوم) در مرز پوست و چوب درخت قرار دارد (Fahn *et al.*, 1986; Krishnamurthy & Sigmani, 1987) جنس تاغ (*Haloxylon*) و ایشنان (*Seidlitzia*) که گونه‌های چوبی کویر ایران می‌باشند لایه‌های پی‌درپی کامبیوم در بافت چوبی (زایلیم) به‌صورت متحدالمرکز قرار می‌گیرند (Safdari, 2012).

جزیره قشم یافت می‌شوند. مساحت این جنگل‌ها به ۲۵۰۰۰ هکتار می‌رسد و زیستگاه برخی از جانوران و پرندگان دریایی است و ویژگی‌های زیست اکولوژیکی آن منحصر به فرد است (Safiari, 2003). بیش از ۱۰۰ گونه به‌عنوان گونه‌های ماندابی در جهان شناسایی شده‌اند، ولی فقط ۵۴ گونه از ۲۰ جنس متعلق به ۱۶ خانواده هستند که به‌عنوان ماندابی واقعی شناخته شده‌اند (Hogarth, 1999). ماندابی‌های واقعی در خانواده‌های نظیر *Acanthaceae*, *Rhizophoraceae*, *Combretaceae*, *Arecaceae*, *Lythraceae*، و غیره طبقه‌بندی شدند (Tomlinson, 1986). در بعضی از طبقه‌بندی‌ها، حرّاً (*Avicennia*) در خانواده *Verbenaceae* جا گرفته است. اخیراً در سیستم گروه فیلوژنی پهن‌برگان (Angiosperm Phylogeny Group System) و حرّاً (*Avicennia*) در زیر خانواده *Avicennioideae* از خانواده *Acanthaceae* طبقه‌بندی شده است (Stevens, 2001 onwards). حرّاً یکی از ماندابی‌های مقاوم به شوری است و به سبب کمبود اکسیژن در رویشگاه‌های ماندابی، ریشه‌های عمودی بیرون زده از آن در لجن‌زار نقش تبادل گاز و تنفس را داراست و به همین دلیل به ریشه‌های درخت حرّاً عنوان ریشه‌های هوازی اطلاق شده است (شکل ۱، ب). گونه گیاهی حرّاً، به‌افتخار ابن‌سینا فیلسوف و طبیب شهر قرن چهارم ایرانی که او را



شکل ۱- الف: جنگل‌های حرا واقع در جزیره قشم (مکان نمونه‌برداری) ب: درختان حرّاً با ریشه‌هایی در روی لجن‌زار (پیکان) و نقش تنفس را بر عهده دارند (عکس "ب" از نگارندگان).

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از درختان

مکان نمونه‌برداری جنگل‌های ماندابی در جزیره قشم واقع در شمال خلیج فارس بود (شکل ۱، الف). نمونه‌های چوبی از سه درخت سالم و بالغ گونه حرا (*Avicennia marina*) برداشت شد. یک دیسک را با ضخامت ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری از هر درخت در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از بالای سطح لجن‌زار توسط اره بریده و در داخل یک ظرف حاوی محلول مخصوص تثبیت بافت‌های گیاهی (فرم‌آلدئید ۴۰٪ - اسید استیک و الکل ۵۰٪ به ترتیب در حجم ۵، ۵ و ۹۰) تا زمان انتقال به آزمایشگاه گذاشته شد و پس از انتقال به آزمایشگاه به ظرف حاوی مخلوط آب، الکل و گلیسرین (به نسبت‌های مساوی) اضافه شد.

تهیه مقاطع میکروسکوپی

نمونه‌های چوبی به ابعاد ۱×۱×۱ سانتی‌متر مکعب را در مخلوط آب و گلیسرین به نسبت ۱ به ۱ به مدت چند ساعت به‌طور ملایم جوشانده شدند و بعد از آنها نمونه‌های میکروسکوپی در سه مقطع عرضی، مماسی و شعاعی به ضخامت ۱۰ تا ۱۵ میکرون توسط دستگاه میکروتوم ساخت کارخانه میکروم (Microm) آلمان تهیه شد. نمونه‌های تهیه شده به‌منظور رنگ‌آمیزی بهتر دو مرتبه توسط مخلوط استرابلو و سفرانین ساخت کارخانه مرک به نسبت ۱ به ۱ با غلظت ۱ درصد رنگ‌آمیزی شدند و پس از شستشو با آب، به ترتیب از الکل‌های ۵۰٪، ۷۵٪، ۹۶٪ و مطلق (۱۰۰٪) به‌منظور رنگ‌بری ملایم و آبگیری عبور داده شدند و در نهایت نمونه‌های میکروسکوپی به داخل ظرف محلول گزیلول منتقل شدند تا بافت تثبیت شده و وجود یا عدم وجود آب در نمونه‌های رنگ‌آمیزی شده مورد آزمون قرار گیرد. اگر رنگ محلول گزیلول شیری رنگ می‌شد گویای وجود آب می‌بود که نمونه باید دوباره به الکل مطلق برگردانده شود تا آبگیری کامل شود (Schweingruber et al., 2011). در نهایت نمونه‌های میکروسکوپی توسط کانادا بالزام بر روی لام‌های شیشه‌ای تثبیت شدند. نتایج حاصل از مشاهدات بر اساس لیست ویژگی‌های (کدهای) میکروسکوپی چوب پهن-

برگان که توسط انجمن بین‌المللی آناتومیست‌های چوب منتشر شده است تشریح شدند (IAWA Committee, 1989).

جداسازی لیاف

به‌منظور مشاهده اجزاء آوندی و لیاف و همچنین اندازه‌گیری ابعاد آنها (طول فیبر، ضخامت فیبر، طول آوند و غیره)، تعداد کمی (تقریباً ۸ عدد) از خرده‌های چوب گونه حرا به‌اندازه خلال کبریت در لوله آزمایشگاهی حاوی مخلوط "آب اکسیژنه ۳۰٪ و اسید استیک" به نسبت ۱ به ۱ در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خیسانده شدند. سپس خرده‌چوب‌های سفید شده در یک بشر کوچک قرار گرفته و توسط یک آهن‌ربا بر روی همزن مغناطیسی الکتریکی کوچک لیاف از یکدیگر جدا شدند و بعد یک تا سه قطره لیاف غلیظ در یک بشر حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب رقیق شده و بعد توسط قطره-چکان بر روی لام‌های تمیز منتقل شدند. لام‌های میکروسکوپی مرطوب و حاوی لیاف به مدت ۲۴ ساعت در هوای آزاد بر روی یک میز ثابت و تمیز گذاشته شد تا رطوبت آن به تدریج و در دمای محیط آزمایشگاه تبخیر گردد. پس از تبخیر رطوبت، لیاف چوب به شکل رسوب سفیدرنگ بر روی شیشه لام قابل مشاهده بود. بر روی لیاف خشک شده سفید چند قطره محلول رنگی سفرانین یک درصد چکانده و بر روی آن لامل قرار داده شد.

تهیه عکس الکترونی

به‌منظور مشاهده روزه‌های بین آوندی (Inter-vessel pits)، آبکش تومانده (Included phloem) و پارانشیم رابط آن (Conjunctive texture) از میکروسکوپ الکترونی (SEM) استفاده شد. نمونه‌ها ابتدا به ابعاد ۰/۵×۰/۵×۰/۵ سانتی‌متر توسط اره کوچک معرفکاری بریده شده و مقطع عرضی توسط میکروتوم چند مرتبه لایه‌برداری شدند تا پرزهای سطح آن کاملاً پاک شود؛ در شرایط دمای محیط آزمایشگاهی به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و بعد توسط چسب مایع بر روی پایک‌های فلزی چسبانیده شده و پس از اعمال خلأ در دستگاه جانبی میکروسکوپ الکترونی با طلا اندود شده و از آنها عکس میکروسکوپ الکترونی تهیه

شد. میکروسکوپ الکترونی مورد استفاده فیلیپس ساخت کشور هلند بود (Philips XL30 (Holland) instrument), (Exley et al., 1974).

اندازه‌گیری جرم‌ویژه

تعداد ۹ عدد مکعب‌های $2 \times 2 \times 2$ سانتی‌متری از نمونه‌های چوبی درختچه حرا (از هر درختچه سه نمونه) تهیه و حجم و وزن آنها در شرایط کاملاً خشک به‌دست آمد و جرم ویژه آنها از طریق رابطه ریاضی محاسبه گردید (Parsapajouh, 1994).

نتایج

مقطع عرضی حراً (*Avicennia marina*)، شکل (۲ و ۳) چوب درخت حراً (*Avicennia marina*) دارای بافت آبکش تومانده است که توسط یک بافت پارانشیمی رابط (Conjunctive parenchyma) محاط شده و مجموعه بافت آبکشی تومانده و پارانشیم رابط در کنار لایه‌های متوالی اسکلرئیدی قرار دارد (کد ۱۳۳). لایه‌های رویشی به سبب حضور فیبرهای اسکلرئیدی و پارانشیم‌های به‌هم‌پیوسته مشخص هستند (کد ۲) ولی احتمالاً این مجموعه نمی‌تواند معرف حلقه رویشی سالیانه باشد (شکل ۲، الف). آوندها کم‌وبیش در داخل حلقه رویشی دارای قطر یکسان هستند (کد ۵) و در ردیف‌های شعاعی و بسیار به‌ندرت به‌صورت مورب مشاهده می‌شوند (کد ۷). آوندها در ردیف‌های ۳ تایی یا بیشتر و یا به‌صورت منفرد قرار دارند (کد ۱۰). آوندهای منفرد کاملاً گرد و به‌ندرت اتفاق می‌افتاد که به‌صورت گوشه‌دار (چندوجهی) مشاهده شود (شکل ۲ و ۳). تعداد آوند در هر میلی‌متر مربع 77 ± 7 (کد ۴۹) است. صمغ یا سایر رسوبات کاملاً حفره برخی آوندها را پر نموده است (کد ۵۸ در شکل ۳، ج). تعداد اشعه در هر میلی‌متر ۷ تا ۹ عدد (کد ۱۱۵) است. دیواره فیبرها بسیار ضخیم (کد ۷۰) است (شکل ۳، ب). هر دو نوع پارانشیم طولی جدا از آوند (پراکنده (Diffuse) و پراکنده گروهی (Diffuse in aggregate)) و متصل به آوند (کمی دور آوندی (Scanty))، دور آوندی (Vasicentric)، دور آوندی پیوسته (Confluent) و دور آوندی یک‌طرفه (Unilateral) (کدهای ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۳ و ۸۴) مشاهده می‌شود (شکل ۲ ب و ۳، ب و ۳، ج).

مقطع مماسی حراً (*Avicennia marina*)، شکل (۴ و ۸). روزنه‌های بین آوندی اغلب متناوب می‌باشند، بعضی مواقع به‌صورت شکاف‌های باریک و کشیده و خیلی به‌ندرت متقابل مشاهده می‌شوند و معمولاً بیضوی شکل می‌باشند و چنانچه متعدد باشند چندضلعی (کدهای ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۲۳) می‌باشند (شکل ۴). اندازه روزنه کمتر از ۴ میکرون (کد ۲۴) است. فیبرها دارای روزنه ساده و از نوع تقسیم شده نمی‌باشند (کد ۶۱ و ۶۶ در شکل ۹). در هر رشته پارانشیم طولی تعداد ۲ تا ۳ سلول مشاهده می‌شود (کدهای ۹۱ و ۹۲ در شکل ۸). بعضی از آنها تیره‌تر می‌باشند (پیکان شکل ۸، ب). پهنای اشعه چوبی از ۱ تا ۳ سلول بوده (کد ۹۷) و بعضی مواقع ۴ و خیلی به‌ندرت اتفاق می‌افتد که بیشتر مشاهده شود (کد ۹۸ در شکل ۸، الف). ارتفاع اشعه چوبی متغیر بوده و بعضی مواقع بیش از ۱ میلی‌متر است (کد ۱۰۲ در شکل ۸، ب).

مقطع شعاعی حراً (*Avicennia marina*)، شکل (۵، ۶ و ۷) درپچه آوندی ساده گرد تا بیضوی شکل است (کد ۱۳ در شکل ۶، ب، ۶، ج و ۹ الف). روزنه‌های بین اشعه و آوند دارای هاله واضح و شبیه به روزنه‌های بین آوندی می‌باشند (کد ۳۰ در شکل ۵، الف و ۶، ج). سلول‌های پارانشیمی طولی به شکل مربعی و تقریباً مستطیلی با سلول‌های پارانشیم عرضی به‌صورت مخلوط (Neumann et al., 2001) با یکدیگر مشاهده می‌شوند (کد ۱۰۹ در شکل ۵، ب). کریستال منشوری در پارانشیم رابط اطراف آبکش تومانده در اندازه‌های مختلف مشاهده می‌شود (کد ۱۵۲، ۱۵۴ و ۱۵۵ در شکل ۶، الف، ۶، ب و ۷، الف).

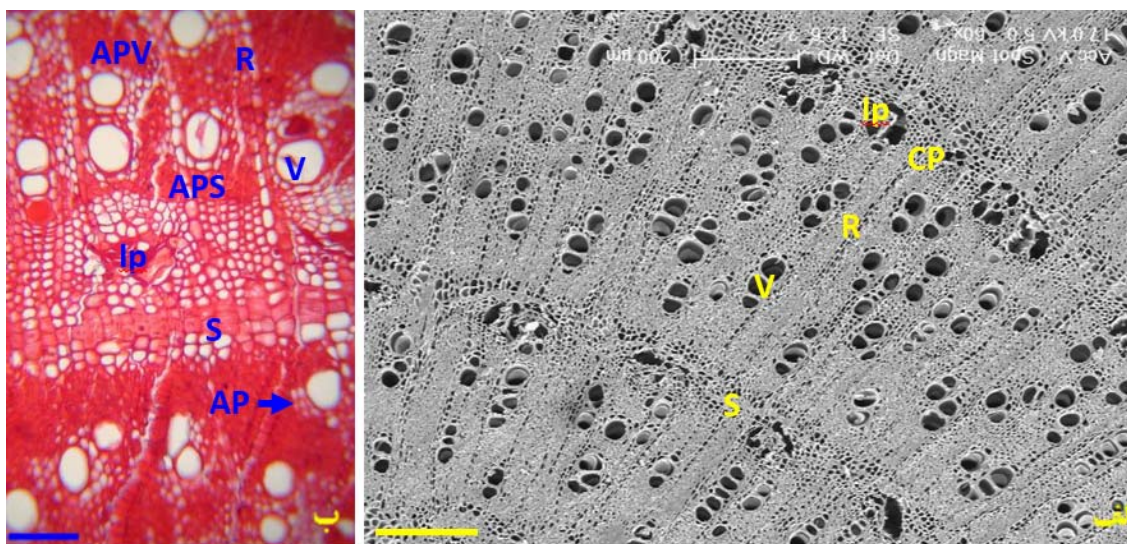
ویژگی‌های بیومتری (شکل ۹)

متوسط قطر مماسی حفره آوند 0.1 ± 0.067 میکرومتر (کد ۴۱)، متوسط طول آوند 60 ± 5.5 میکرومتر (کد ۵۳)، متوسط طول فیبر 45 ± 7.40 میکرومتر (کد ۷۱) و قطر آن $0.9 \pm 0.24/5$ میکرومتر؛ ضخامت دو دیواره فیبر $1/76 \pm 0.7/5$ و قطر حفره فیبر $3/4 \pm 9/7$ میکرومتر (کد ۷۰) است. وزن مخصوص خشک چوب گونه حراً 0.6 ± 0.065 گرم بر سانتی‌متر مکعب (کد ۱۹۴) است.

بحث

اعتقاد دارند بافت‌های اسکله‌ای و پارانشیم‌های رابط و آبکش تومانده نمی‌تواند سالیانه باشد (Schmitz *et al.*, 2007a)؛ و همچنین یک رابطه معنی‌داری هم بین قطر ساقه و شرایط رویشگاهی (به‌ویژه شوری و سطح جزر و مد) و شکل‌گیری دواير رویشی نیز مشاهده نمودند (Schmitz *et al.*, 2007a). دیواره ضخیم و دهانه باریک در روزنه‌های بین آوندی، از جمله علائم آناتومیکی است که در واکنش به تغییرات شوری آب برای کاهش خطر انسداد آوند در گونه حراً (*Avicennia marina*) اتفاق می‌افتد. درختچه حراً (*Avicennia marina*) در رویشگاه‌های مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری از پراکنش وسیعی برخوردار است (Tomlinson, 1986)، مطالعات انجام شده بر روی خصوصیات آناتومی حراهای مناطق مختلف حکایت از آن دارد که ویژگی‌های آناتومی نظیر پهنای لایه‌های بافت اسکله‌ای، روزنه‌های فیبر و حضور کریستال در پارانشیم طولی و عرضی از مهمترین ویژگی‌های آناتومی هستند که از رویشگاه تأثیر می‌پذیرند و در عرض‌های جغرافیایی مختلف از خود تفاوت نشان می‌دهند (Sun & Suzuki, 2000).

چوب درختان خانواده *Avicennioideae* دارای بافت آبکشی تومانده است که از کامبیوم‌های پی‌درپی (*Successive cambia*) مشتق شده و در میان لایه‌های پارانشیم رابط محاط هستند (Stevens, 2001 onwards). یکی از اجزاء مهم مشتق شده از کامبیوم‌های متوالی گونه *Avicennia marina* را می‌توان نوارهای تیره‌رنگ بافت اسکله‌ای دانست که وظیفه مقاومت مکانیکی ساقه درخت را بر عهده دارند (Zamski, 1979; Carlquist, 2001). بافت آبکش تومانده و پارانشیم رابط آن که به رنگ روشن‌تر ظاهر می‌شود وظیفه توازن آب و وظایف دیگر را در درختان حراً بر عهده دارند (Schmitz *et al.*, 2007a). به دلیل اینکه پدیده رشد ثانویه توسط کامبیوم‌های متعدد و پی‌درپی پدیده‌ای نادر در درختان چوبی محسوب می‌شود، گونه‌ای نظیر *Avicennia marina* در ده سال گذشته به طرق مختلف مورد مطالعه قرار گرفت (Sun & Suzuki, 2000, Schmitz *et al.*, 2007a & 2007b, De Deurwaerder, 2012). بسیاری از محققان در تحقیقاتی که بر روی کامبیوم‌های چوب گونه حراً (*Avicennia marina*) انجام دادند،



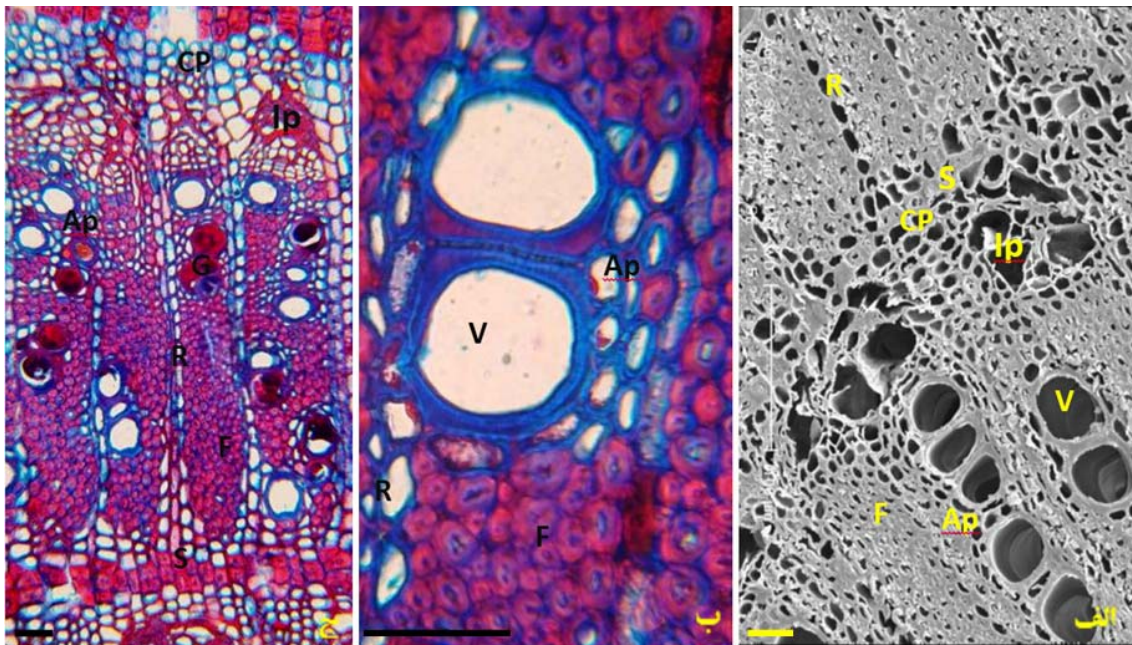
شکل ۲- الف: تصویر مقطع عرضی حاصل از میکروسکوپ الکترونی و ب: تصویر مقطع عرضی میکروسکوپ نوری: آرایش آوندها (V) به صورت منفرد و در جهت شعاعی (سه‌تایی)؛ لایه‌ی اسکله‌ای (S)؛ آبکش تومانده (Ip) که توسط پارانشیم‌های طولی (AP) و پارانشیم‌های طولی رابط (CP) محاط شده است؛ اشعه‌های چوبی (R) و پارانشیم طولی (کم‌ی دور آوندی (APS)، دور آوندی و دور آوندی بالدار (APV)). خط مقیاس در "الف" ۲۰۰ میکرومتر و "ب" ۵۰ میکرومتر است.

ویژگی‌های آناتومیکی چوب درخت حرّاً (*Avicennia marina*) در جزیره قشم بر اساس لیست ویژگی‌های میکروسکوپی چوب یهن‌برگان (IAWA, 1989) را می‌توان بشرح زیر خلاصه نمود:

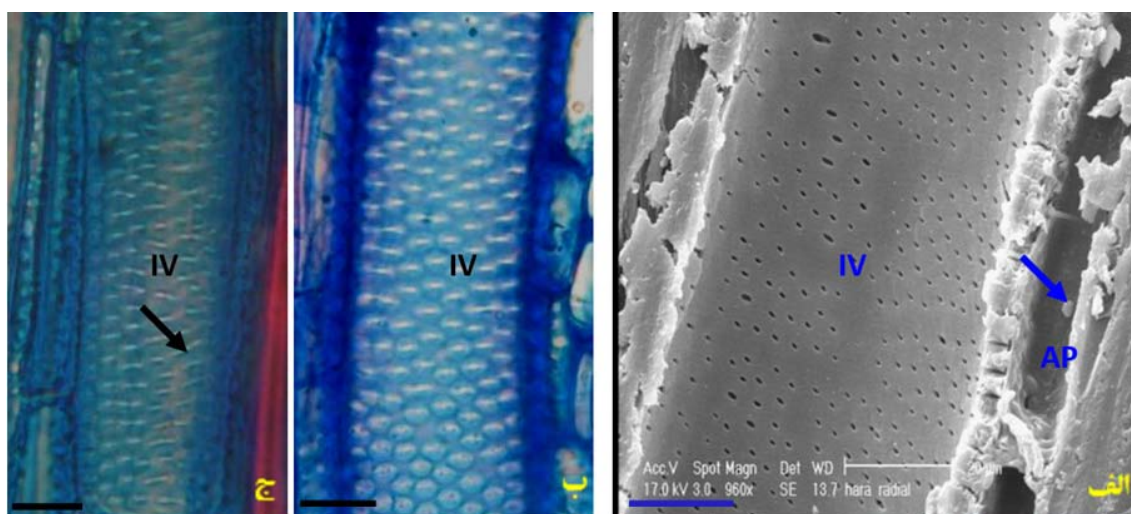
۲، ۵، ۷، ۱۰، ۱۳، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۱، ۴۹، ۵۳، ۵۸، ۶۱، ۶۶، ۷۰، ۷۱، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۳، ۸۴، ۹۱، ۹۲، ۹۷، ۹۸، ۱۰۲، ۱۰۵، ۱۰۹، ۱۱۵، ۱۳۳، ۱۳۶، ۱۵۲، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۶۴.

و ویژگی‌های غیر آناتومیکی آن بر اساس لیست مورد اشاره عبارتند از:

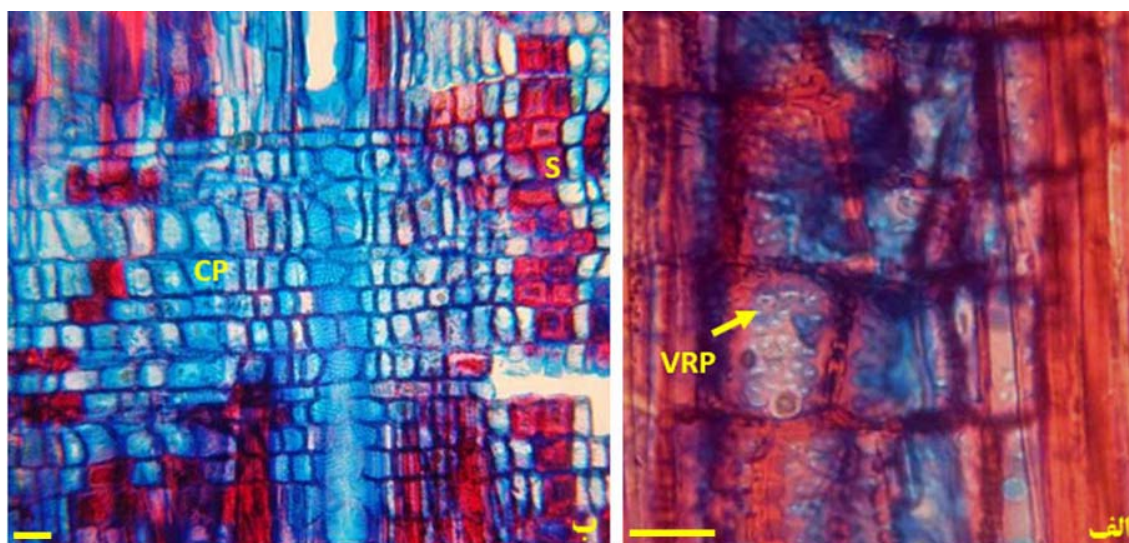
۱۶۶، ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۸۵، ۱۸۶، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۴. مهمترین تفاوت ویژگی‌های آناتومیکی بین حرّای جزیره قشم ایران و حرّای معرفی شده توسط سایر منابع (Fahn, 1986; Sun & Suzuki, 2000, InsideWood, 2004- onwards) را می‌توان در نامشخص بودن دوایر رویشی (کد ۲)، جفت روزنه بین آوندی (کدهای ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۲۳)، جفت روزنه بین آوند و اشعه چوبی (کد ۳۰)، ترکیبات سلولی اشعه و نوع کریستال داخل آن (کدهای ۱۰۹ و ۱۰۵) دانست.



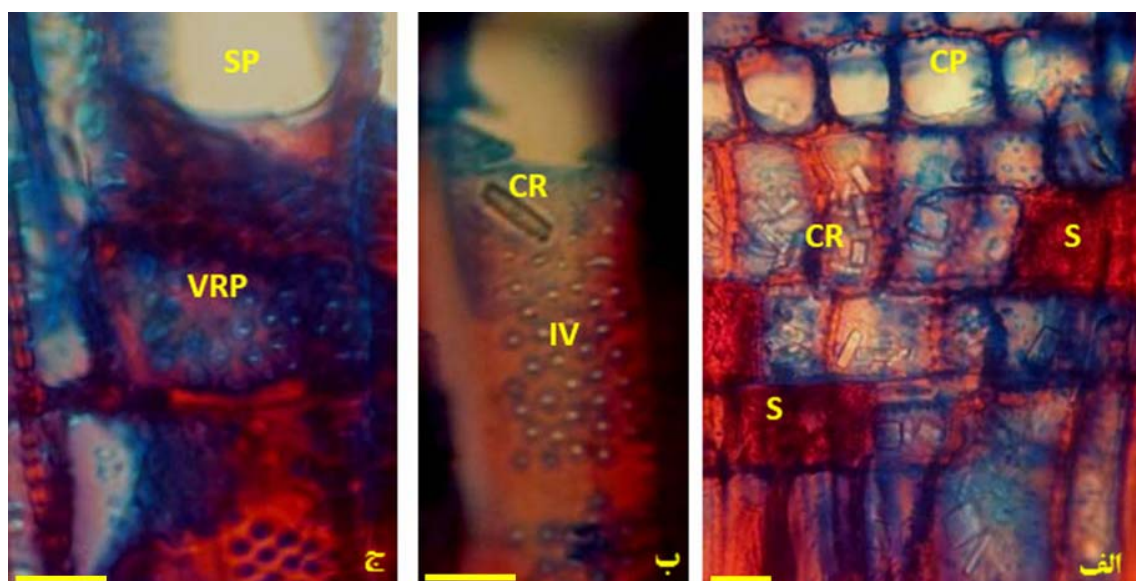
شکل ۳- الف: تصویر مقطع عرضی حاصل از میکروسکوپ الکترونی و ب و ج: تصویر مقطع عرضی میکروسکوپ نوری: لایه‌ی اسکله‌رئیدی (S)؛ آبکش تومانده (Ip) که توسط پارانشیم‌های طولی رابط محاط شده است (CP)؛ فیبرها (F) با دیواره بسیار ضخیم؛ پارانشیم طولی (کمی دور آوندی، دور آوندی (AP))؛ اشعه‌های چوبی (R) و صمغ داخل آوندها (G). خط مقیاس معرف ۳۰ میکرومتر است.



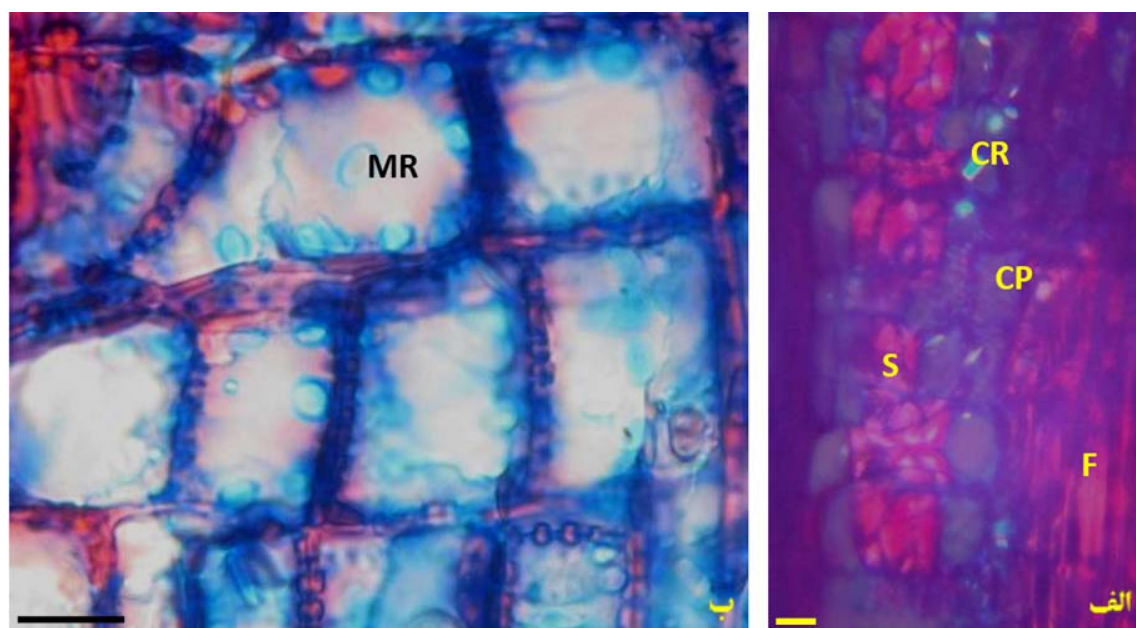
شکل ۴- الف: تصویر مقطع مماسی حاصل از میکروسکوپ الکترونی و ب و ج: تصویر مقطع مماسی حاصل از میکروسکوپ نوری؛ روزنه‌های بین آوندی (IV) همراه با دریچه‌های ملحق شده به یکدیگر (تصویر ج) و دریچه‌های کشیده که در ردیف‌های متناوب و خیلی به‌ندرت متقابل آرایش یافتند (تصویر ب)؛ پارانشیم طولی دور آوندی و کمی دور آوندی همراه با کریستال (AP). خط مقیاس به ترتیب در تصویر "الف" ۲۰ میکرومتر، "ب" و "ج" ۱۰ میکرومتر است.



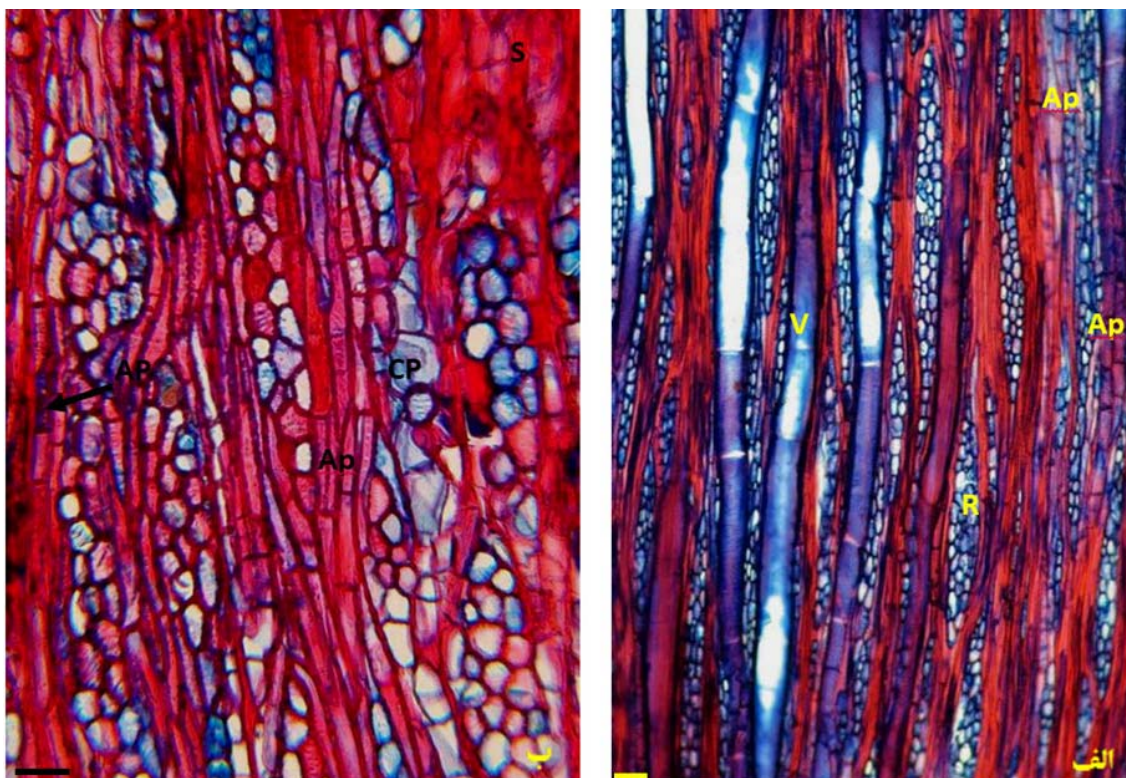
شکل ۵- الف و ب برش شعاعی: روزنه بین اشعه و آوند دارای هاله واضح (کد ۳۰، پیکان) و شبیه به روزنه بین آوندی (VRP)؛ پارانشیم‌های رابط آبکش تومانده (CP) شبیه اشعه‌های چوبی مربعی شکل است که با سلول‌های اسکله‌رئیدی (S) اختلاط یافته است (ب). خط مقیاس معرف ۲۰ میکرومتر است.



شکل ۶- الف، ب و ج برش شعاعی حاصل از میکروسکوپ نوری: دریچه آوندی ساده (SP). روزنه‌های بین آوند و اشعه چوبی (VRP) همراه با هاله واضح؛ شبیه به روزنه‌های بین آوندی (IV) در سرتاسر سلول‌های اشعه مشاهده می‌شوند. آوندها (به‌ندرت) و پارانشیم‌های رابط (CP) دارای کریستال‌های منشوری و کریستال‌های کشیده (CR) هستند. سلول‌های اسکلتی (S) که با پارانشیم‌های رابط (CP) مخلوط شده است. مقیاس شکل الف ۲۰ میکرومتر و ب و ج ۱۰ میکرومتر است.



شکل ۷- الف و ب برش شعاعی: سلول‌های اسکلتی (S) و پارانشیم‌های رابط آبکش تومانده دارای کریستال‌های منشوری شکل (CR) که با میکروسکوپ پولاریزه عکس‌برداری شده است و F فیبر است (شکل الف). جفت روزنه پارانشیم‌های احاطه‌کننده آبکش تومانده (MR) درشت و فاصله بین هاله و دریچه باریک آن است (کد ۳۵ در شکل ب). مقیاس ۲۰ میکرومتر است.



شکل ۸- الف و ب برش مماسی: پاراننشیم طولی (AP) از ۲ تا ۳ سلول پهنا (پیکان در شکل ب) و خیلی به ندرت از ۴ سلول تشکیل شده است. پهنای اشعه چوبی (R) از یک تا ۳ ردیف سلول و خیلی به ندرت ۴ ردیف تشکیل شده است. بعضی از پاراننشیم‌های طولی تیره‌تر نمایان می‌شوند. خط مقیاس معرف ۳۰ میکرومتر است.



شکل ۹- الف، ب و ج چوب خیس‌انده شده: فیبرها با جفت روزنه ساده (پیکان در تصویر ج)، سلول‌های اسکله‌تیدی (S)، فیبر (F)، پاراننشیم‌های رابط آبکش تومانده (CP) و پاراننشیم همراه آوندی (AP) و دریچه آوندی از نوع ساده است (الف). مقیاس الف و ب ۳۰ و ج ۲۰ میکرومتر است.

سیاسگزاری

جا دارد از حمایت مالی و معنوی معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج از پژوهش حاضر که در قالب یک طرح پژوهشی به تصویب رسیده تقدیر و تشکر نمایم.

منابع مورد استفاده

- Forschungsanstalt WSL. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 465 p.
- Panshin, A. J., 1932. An anatomical study of the woods of the Philippine mangrove swamps, Philippine, *Science journal*, 48: 143-208.
- Quattrocchi, U., 1999. CRC World Dictionary of Plant Names: Common Names, Scientific Names, Eponyms, Synonyms, and Etymology, Volume 1 Baton Rouge, New York, London, Washington DC: CRC Press.
- Parsapajouh D., 1994. Wood technology. Tehran university publication No. 1851.403p.
- Safdari, V., 2012. Anatomical, physical and chemical properties of (*Seidlitzia rosmarinus* Bunge ex Boiss) wood in irano-torani region. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research* Vol. 27 No. (2).
- Safiari, S., 2003. Mangrove Forests. Research institute of forest and rangelands, No. 314-2003. 539p.
- Sagheb-Talebi, K., Sajedi, T., and Yazdian, F., 2004. Forest of Iran. Research institute of forest and rangelands forest research division, Technical publication No. 339-2003. 27p.
- Schweingruber, F., Börner, A., Schulze, ED., 2011. Atlas of Stem Anatomy in Herbs, Shrubs and Trees - Vol. 1. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 495 pp. Link.
- Schmitz, N., Verheyden, A., Kairo, J.G., Beeckman, H., and Koedam, N., 2007a. Successive cambial development in *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. is not climatically driven in the seasonal climate at Gazi Bay, Kenya. *Dendrochronologia* 25: 87-96.
- Schmitz, N., Jansen, S., Verheyden, A., Kairo, J.G., Beeckman, H., and Koedam, N., 2007b. Comparative anatomy of intervessel pits in two mangrove species growing along a natural salinity gradient in Gazi Bay, Kenya. *Annals of Botany* 100: 271-281.
- Stevens, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 12, July 2012. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.
- Sun, Q., Suzuki M., 2000. Wood anatomy of mangrove plants in Iriomote Island of Japan: a comparison with mangrove plants from lower latitudes. *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica*. 51:37-55.
- Tomlinson, Philip B, 1986. The Botany of Mangroves, Cambridge University Press, Cambridge, 419 pp.
- Zamski, E, 1979. The mode of secondary growth and the three-dimensional structure of the phloem in *Avicennia*, *Botanical Gazette Journal*, 140: 67-76.
- Carlquist, S., 2001. Comparative Wood Anatomy: Systematic, Ecological, and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood (Springer Series in Wood Sciences), Berlin - Heidelberg: Springer-Verlag. 448 p.
- De Deurwaerder, H., 2012. How are anatomical and hydraulic features of *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* trees influenced by siltation? Master's Dissertation, Faculty of Bioscience Engineering Universiteit Gent, 80p.
- Exley, R., Butterfield, R. B. G., and Meylan, M. A., 1974. "Preparation of wood specimens for SEM," *J. Microscopy* 101(1), 21.
- Fahn, A., Werker, E., and Baas, P., 1986. Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions. The Israel Academy of Sciences and Humanities. *Botanical Gazette*, Vol. 143, No. 3, Sep.
- Hogarth, P. J., 1999. The Biology of Mangroves, Oxford University Press, 228 pp.
- IAWA Committee, 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification, *IAWA Bulletin*, 10: 219-332.
- InsideWood, 2004-onwards. Published on the Internet. <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search> [<http://insidewood.lib.ncsu.edu/results?6>].
- Krishnamurthy, K.V., and Sigamani, K., 1987. Wood anatomy of two South Indian species of *Avicennia*. *Feddes Repertorium journal*, 9-10: 537-542.
- Metcalf, F.R., and Chalk, L., 1983. Anatomy of the dicotyledon, Vol.2. Wood structure and conclusion of the general introduction, 2nd edition, Oxford University Press, Oxford.
- Neumann, K.; Schoch, W.; Détienne, P.; Schweingruber, F.H., 2001: Woods of the Sahara and the Sahel / Bois du Sahara et du Sahel / Hölzer der Sahara und des Sahel. Birmensdorf, Eidg.

Wood anatomy of an Iranian mangrove plant, *Avicennia marina* (Forsk) Vierth growing in mangrove forests (Ghashem Island)

V. Safdari^{1*} and P. Shadman²

^{1*}-Corresponding author, Associate professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, Email: vahid.safdari@gmail.com

²-Assistant professor, Department of Wood and Paper Science and technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

Received: May, 2014

Accepted: Nov., 2014

Abstract:

The *Avicennia* tree genus was named in honor of Ibn Sina, a 10th century Persian philosopher and physician known more commonly as Avicenna. In this paper, wood anatomical property of *Avicennia marina* (*Acanthaceae*) which is one of the most important species of Iranian Mangrove forest has been investigated. Wood samples were taken from trunk of three adult trees, and then micro-sectioned and dyed by Astrablue, Safranin and finally mounted by Canada balsam. Also wood chips (match stick size) were placed in equal parts of glacial acetic acid and hydrogen peroxide and placed in the oven at 60°C for 48 hours. Then, after defibration, one drop of fiber slurry was deposited and stained on microscope slides. The presence of concentric included phloem which is surrounded by lignified conjunctive parenchyma (axial parenchyma) and scleroid bands are the most important anatomical characteristics of *Avicennia marina* cells. The variability of anatomical characteristics of *Avicennia marina* in different references can be attributed to growing site condition (altitude and latitude).

Keywords: *Avicennia marina* (*Acanthaceae*), wood anatomy, mangrove, Iran.