

## ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیبات شیمیایی چوب ملج، اوجا، آزاد و داغداغان

وحیدرضا صفدری\*

\* - مسئول مکاتبات، استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ- دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج پست الکترونیک: vahid.safdari@gmail.com

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۸

### چکیده

از طریق ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیبات شیمیایی می‌توان کیفیت گونه‌های چوبی و غیرچوبی را برای استفاده در صنایع خمیرکاغذ پیش‌بینی نمود. در این مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیکی و ترکیبات شیمیایی چوب چهار گونه درختی بومی ایران از خانواده نارون‌ها (*Ulmaceae*) که عبارتند از ملج (*Ulmus glabra*)، اوجا (*Ulmus campestris*)، آزاد (*Zelkova carpinifolia*) و داغداغان (*Celtis australis*)، مورد مقایسه قرار گرفتند. سه درخت از هر گونه انتخاب و از هر کدام یک مقطع عرضی (دیسک) به ضخامت ۵ سانتی‌متر تهیه شد. از سه بخش نزدیک به مغز، میانه و نزدیک به پوست خلال‌های چوبی تهیه و در محلول اسید استیک و آب اکسیژنه (نسبت ۱ به ۱)، در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت گذاشته شدند تا دیفیبره شوند. به‌طوری‌که ضریب‌های بیومتری الیاف در سه بخش و در چهار گونه اندازه‌گیری و توسط طرح آماری فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد که گونه آزاد کمترین مقدار لیگنین، خاکستر و مواد استخراجی و بالاترین مقدار سلولز را داراست. همچنین الیاف این گونه از بالاترین ضریب درهم‌رفتگی و ضریب رونکل برخوردار بوده، در نتیجه در میان خانواده نارون‌ها (*Ulmaceae*) مناسب‌ترین گونه مورد استفاده در کاغذسازی می‌باشد. طول فیبر و همچنین ضخامت دیواره الیاف بخش نزدیک به پوست نسبت به بخش نزدیک به مغز به‌صورت معنی‌داری بیشتر بوده که پیش‌بینی می‌شود خواص مکانیکی خمیرکاغذ تولیدی در نواحی سه‌گانه با یکدیگر متفاوت باشند.

واژه‌های کلیدی: مورفولوژی الیاف، ترکیبات شیمیایی، ملج، اوجا، آزاد و داغداغان.

### مقدمه

الیاف و ترکیبات شیمیایی چوب درختان از عوامل مهم تاثیرگذار در صنایع خمیرکاغذ و سایر صنایع سلولزی محسوب می‌شود (هورن<sup>۱</sup>، ۱۹۷۴ و ۱۹۷۸؛ وروریس<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۴). با مطالعه بر روی ویژگی‌های مذکور می‌توان مناسب بودن گونه‌های چوبی و غیر چوبی را برای

صنایع خمیرکاغذ پیش‌بینی نمود (کلوگ و سیکسون<sup>۳</sup>، ۱۹۷۵؛ ماتولسکی<sup>۴</sup>، ۱۹۷۵). ویژگی‌های مقاومتی کاغذ تولیدی حاصل از چوب یک درخت ممکن است با درخت دیگر از همان گونه به سبب تنوع آناتومیکی متفاوت باشد. مطابق با مطالعات صورت گرفته طول فیبر

3 -Kellogg and Thykeson

4 -Matolcsy

1- Horn

2 -Ververis

نامطلوب بودن بیوپلیمر لیگنین در فرایند کاغذسازی دانست (مادا کادز<sup>۶</sup> و همکاران، ۱۹۹۹).

به‌رغم آنکه جداسازی چوبهای بخشهای مختلف تنه یک درخت (چوب جوان و بالغ) در صنعت خمیر و کاغذ اقتصادی یا به عبارت دیگر عملی نیست، اما تنوع آناتومی موجود در یک درخت نظیر تغییرات طول فیبر از مغز به سمت برون‌چوب و در ارتفاعات مختلف بصورت قابل توجهی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است که عمده‌ترین نتایج آن را می‌توان افزایش طول فیبر و مقدار سلولز از بخش چوب جوان به بخش چوب بالغ دانست (ددسول و وردروپ<sup>۷</sup>، ۱۹۵۸؛ بندستن، ۱۹۷۸).

به‌طورکلی 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). طی تحقیقاتی که نگارندگان این مقاله بر روی ویژگی‌های آناتومی چهار گونه داغداغان، آزاد، ملج و اوجا انجام دادند، دریافتند که این چهار گونه به لحاظ ویژگی‌های آناتومی بسیار به یکدیگر شبیه بوده و تفکیک آن به سختی و تا حدودی فقط از طریق نوع و پهنای اشعه چوبی (به لحاظ اندازه نه تعداد سلول) امکان‌پذیر است (مقاله تحت چاپ نگارندگان). در ادامه تحقیقات صورت گرفته، نگارندگان قصد دارند تا تفاوت‌های مورفولوژیکی و همچنین ترکیبات شیمیایی این ۴ گونه را مطالعه نمایند.

بنابراین این پژوهش دو هدف عمده را پی‌گیری می‌نماید؛ (الف): مقایسه ترکیبات شیمیایی این چهار گونه همگی از یک رویشگاه (ب) مقایسه بیومتری الیاف و

به تنهایی (هورن، ۱۹۷۸؛ واتسون و ددسول<sup>۱</sup>، ۱۹۶۱؛ سس<sup>۲</sup>، ۱۹۸۸) و طول و ضخامت دیواره باهم (اولوادر<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷) در خمیر کوبیده‌نشده بر روی ویژگی‌های مکانیکی به‌خصوص مقاومت به‌پارگی تاثیر قابل توجهی دارد (هورن، ۱۹۷۴؛ اولوادر، ۲۰۰۷). اما ویژگی‌های مقاومتی خمیرکاغذ تولیدی پس از کوبیده‌شدن بیشتر متاثر از ضریب‌های بیومتری الیاف (ضریب لاغری، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رونکل) می‌باشد (اولوادر، ۲۰۰۷ و هورن، ۱۹۷۸). مقاومت به ترکیبگی و مقاومت به کشش دو صفتی هستند که به صورت قابل توجهی تحت تاثیر هر دو عامل طول و ضخامت دیواره الیاف هستند، از این‌رو ضریب انعطاف‌پذیری L/T نقش مهمی بر روی مقاومت‌های مذکور دارد. الیافی که دیواره ضخیم دارند از زبری بیشتر و در نتیجه فضای خالی بین آنها بیشتر خواهد بود، اما برعکس الیافی که حفره فیبر پر پهن و دیواره نازک دارند، در هنگام کوبیده شدن تمایل به نواری شدن داشته در نتیجه اتصال الیاف به الیاف و طبعاً مقاومت به کشش و مقاومت به ترکیبگی کاغذهای حاصل از آنها بهبود خواهد یافت (هورن، ۱۹۷۴؛ اولوادر، ۲۰۰۷؛ اوسدار<sup>۴</sup>، ۲۰۰۱؛ بریت کنس<sup>۵</sup>، ۱۹۷۰).

بنابراین جدای از ویژگی‌های مورفولوژی، ترکیبات شیمیایی ماده اولیه (مقدار لیگنین و سلولز) بر روی ویژگی‌های مقاومتی کاغذ تاثیرگذار است که برجسته‌ترین نتایج حاصل از این گونه مطالعات را می‌توان ارتباط مستقیم مقاومت کششی کاغذ با مقدار سلولز ماده اولیه و

- 1 -Watson and Dadswell
- 2 -Seth
- 3- Oluwadare
- 4 -Osadare
- 5 -Brit Kenneth

6 -Madakadze

7 -Dadswell and Wardrop, 1958

استیک و آب اکسیژنه ( ۱ به ۱) به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در داخل لوله آزمایش گذاشته شد (حسینی، ۱۳۷۹). پس از اینکه رنگ نمونه‌های داخل لوله آزمایش به سفید تغییر نمود، از لوله آزمایش به داخل بشر کوچک تخلیه کرده و عمل دیفیوژن شدن با یک آهن‌ربای پلاستیکی بر روی همزن‌های مغناطیسی صورت گرفت، بعد محلول تا حد ۵ درصد رقیق گردید. مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول را توسط قطره‌چکان بر روی لام مستقر بر روی صفحه داغ (۶۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد) منتقل نموده و پس از اینکه الیاف کاملاً خشک شد، چند قطره ماده رنگی سفرائین به آن اضافه و از آنها لام‌های میکروسکوپی تهیه شد (استاندارد ISO). از لام‌های میکروسکوپی هر بخش (نزدیک به مغز، میانه و نزدیک به پوست)، تعداد ۳۰ فیبر به‌طور تصادفی انتخاب نموده و صفات طول فیبر، ضخامت دیواره، ضخامت حفره فیبر و ضخامت کل فیبر از طریق چشمی مدرج میکروسکوپ نوری نیکون اندازه‌گیری و متعاقباً صفات ضریب لاغری (درهم رفتگی)<sup>۱</sup>، ضریب انعطاف‌پذیری (نرمی)<sup>۲</sup>، ضریب رونکل<sup>۳</sup>، مطابق فرمول ۱ تا ۳ محاسبه شد (حسینی، ۱۳۷۹؛ فامیلیان و لشکر بلوکی، ۱۳۸۶؛ آگبنا یا و همکاران، ۱۹۹۷).

همچنین ضریب‌های مشتق شده از آنها، به منظور پیش‌بینی خصوصیات کاغذ تولیدی.

## مواد و روشها

سه گرده‌بینه نیم‌متری به قطر سی سانتی‌متر از چهار درخت گونه‌های آزاد، اوجا، ملج و داغداغان در فاصله ۱/۳۰ سانتی‌متری از سطح زمین واقع در کلاردشت - مرزن آباد تهیه و همه آنها به آزمایشگاه آناتومی چوب دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج منتقل شدند. به طوری که درختان هم‌سن تقریباً ۳۰ سال سن داشتند. از بینه‌های یک متری مقاطع عرضی (دیسک) تهیه شد.

## اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی

سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر این چهار گونه در سه تکرار یا بلوک (سه درخت) انجام شد. اندازه‌گیری سلولز مطابق با استاندارد شماره 88-T264 om-آیین‌نامه TAPPI؛ لیگنین مطابق با استاندارد T222 om-88 آیین‌نامه TAPPI؛ مواد استخراجی براساس استاندارد ASTM شماره 84-D1107 و خاکستر مطابق با استاندارد شماره 88-T211 om-انجام گردید. متوسط مقادیر ترکیبات شیمیایی از طریق طرح آماری بلوک کامل تصادفی تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

## اندازه‌گیری الیاف و محاسبه ضریب‌های بیومتری

در ابتدا از دیسک‌ها، مکعب‌هایی به ابعاد ۲×۲×۲ سانتی‌متر از بخش نزدیک به مغز، میانه و نزدیک به پوست تهیه و از آنها تراشه‌های به اندازه چوب کبریت تهیه شد و مطابق با روش فرانکلین در مخلوط اسید

1-Slenderness ratio  
2-Flexibility ratio  
3-Runkel ratio  
4-Ogbonnaya et al

(۱)

$$L = \text{طول فیبر و } d = \text{قطر فیبر} \quad \text{ضریب درهم رفتگی (لاغری)} = \frac{L}{d}$$

(۲)

$$C = \text{قطر حفره فیبر و } d = \text{قطر فیبر} \quad \text{ضریب انعطاف پذیری (نرمی)} = \frac{C}{d}$$

(۳)

$$w = \text{ضخامت دیواره فیبر و } c = \text{قطر حفره} \quad \text{ضریب رونکل} = \frac{2w}{c}$$

فیبر

استخراجی در چهار گونه در سطح ۵ درصد معنی دار شده است و مطابق با آزمون دانکن، اوجا از بیشترین مقدار مواد استخراجی و آزاد از کمترین مقدار برخوردار می باشد (شکل ۴).

#### بیومتری الیاف و ضریب های اشتقاق یافته

طول فیبر، در چهار گونه با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشته است (جدول ۱)، ولی عامل محل نمونه برداری برای طول فیبر در سطح یک درصد معنی دار شده است که براساس طبقه بندی دانکن نزدیک به مغز از پایین ترین طول فیبر و در یک طبقه بندی مجزا نسبت به میانه و پوست قرار می گیرد (شکل ۵).

ضخامت دیواره فیبر، در چهار گونه ملج، اوجا، آزاد و داغداغان تفاوت معنی داری نداشته است (جدول ۳). اما ضخامت دیواره در نواحی سه گانه با یکدیگر تفاوت معنی داری داشته است، به طوری که مطابق با آزمون چند دامنه ای دانکن (جدول ۳) نزدیک به مغز از کمترین ضخامت و سایر نواحی از مقادیر بیشتری برخوردار بودند. قطر حفره فیبر، در چهار گونه مورد مطالعه، گونه آزاد از کمترین مقدار برخوردار بوده که با سایر گونه ها تفاوت معنی داری داشته است و پس از آن اوجا در یک گروه دیگر و ملج و داغداغان در گروه مشابه دسته بندی شدند. مقایسه ای میانگین حفره فیبر در نواحی سه گانه حکایت از

مقایسه بیومتری الیاف (طول فیبر) و سایر محاسبات اشتقاق یافته از آن، در بین چهار گونه از طریق طرح آماری فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی، در سه تکرار (بلوک یا درخت) انجام شد. فاکتورها عبارت بودند از: محل نمونه برداری با سه سطح (نزدیک به مغز، میانه و نزدیک پوست) و نوع گونه در چهار سطح (ملج، اوجا، آزاد و داغداغان) و تکرار یا بلوک عبارت بودند از درختان که در این پژوهش از سه تکرار یا بلوک (درخت) استفاده شد. مقایسه میانگین ها توسط آزمون دانکن انجام گردید.

#### نتایج

##### ترکیبات شیمیایی

همان طوری که در جدول شماره ۲، مشخص شده است لیگنین چهار گونه (ملج، اوجا، آزاد و داغداغان) تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند، ولی مقدار سلولز در سطح ۵ درصد معنی دار شده است، به طوری که آزمون دانکن ملج و داغداغان را در یک گروه و آزاد و اوجا را در گروه متشابه دیگر دسته بندی می نماید (شکل ۲). خاکستر چهار گونه در سطح یک درصد معنی دار شده است، به طوری که مطابق با آزمون دانکن ملج و آزاد در یک گروه و اوجا و داغداغان در گروه دیگر قرار می گیرند (شکل ۳). مواد

از کمترین مقدار در یک گروه مجزا نسبت به میانه و نزدیک به پوست قرار گرفته است (جدول ۱ و شکل ۷).  
ضریب انعطاف‌پذیری، در چهار گونه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشته است (جدول ۱ و شکل ۱۰). عامل محل نمونه‌برداری (نزدیک مغز، میانه و نزدیک پوست) برای صفت ضریب انعطاف‌پذیری در سطح یک درصد معنی‌دار شده است، به طوری که مطابق با آزمون دانکن چوب نزدیک به مغز از ضریب انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به سایر بخشها (میانه و نزدیک به پوست) برخوردار است (شکل ۹).

ضریب رونکل، در چهار گونه با یکدیگر در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار داشته است، به طوری که گونه آزاد دارای بالاترین ضریب رونکل می‌باشد (جدول ۱ و شکل ۱۲). عامل محل نمونه‌برداری برای صفت ضریب رونکل در سطح یک درصد معنی‌دار شده است، به طوری که طبق طبقه‌بندی آزمون دانکن چوب نزدیک به مغز از بالاترین متوسط مقدار ضریب رونکل و چوب میانه و نزدیک به پوست در یک گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۱۱).

آن دارد که بخش نزدیک به مغز و نزدیک به پوست از کمترین مقدار حفره فیبر که در یک گروه جداگانه از بخش میانه قرار گرفتند، برخوردارند (جدول ۳).

قطر فیبر، در چهار گونه مورد مطالعه، نتایجی مشابه با حفره فیبر از خود نشان دادند. آزاد در میان چهار گونه از کمترین قطر فیبر و پس اوجا در یک گروه مجزا نسبت به گونه ملج و داغداغان قرار گرفت. قطر فیبر در نواحی سه‌گانه در بخش نزدیک به مغز و میانه از کمترین مقدار و در یک گروه مجزا نسبت به بخش نزدیک به پوست دسته‌بندی شدند (جدول ۳).

ضریب درهم‌رفتگی، در چهار گونه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری (سطح یک درصد) داشته است، به طوری که مطابق با آزمون دانکن، آزاد از بیشترین مقدار ضریب درهم‌رفتگی برخوردار بوده و نسبت به سایر گونه‌ها در یک دسته مجزا طبقه‌بندی می‌شود (شکل ۸). عامل محل نمونه‌برداری (نزدیک به مغز، میانه و نزدیک پوست) نیز برای صفت ضریب درهم‌رفتگی در سطح یک درصد معنی‌دار شده است و مطابق با آزمون دانکن نزدیک به مغز

جدول ۱- تجزیه واریانس آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی برای طول فیبر و ضریب‌های بیومتری چهار گونه

منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		طول فیبر	ضریب درهم رفتگی	ضریب انعطاف‌پذیری	مقاومت به پارگی (ضریب رونکل)	قطر فیبر	ضخامت دیواره فیبر	
بلوک (تکرار)	۲	۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>	۱۹/۹۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۵۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۳۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۴۶ <sup>ns</sup>
عامل گونه	۳	۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>	۱۰۰۶۳۱ <sup>**</sup>	۰/۰۱۱ <sup>**</sup>	۰/۰۹۵ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۳۰۴ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۲۲۵ <sup>**</sup>
عامل محل نمونه‌گیری								
(نزدیک مغز - میانه - نزدیک پوست)	۲	۰/۲۴۴ <sup>**</sup>	۸۶۰/۴۶ <sup>**</sup>	۰/۰۳۴ <sup>**</sup>	۰/۱۶۵ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۳۹ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۱۰ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۱۱۹ <sup>**</sup>
اثر متقابل								
گونه * محل نمونه	۶	۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	۴۴۴/۵۹ <sup>**</sup>	۰/۰۰۶ <sup>**</sup>	۰/۰۲۷ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۰۲۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۱۲ <sup>**</sup>	۰/۰۰۰۰۰۰۱۰۸ <sup>**</sup>
اشتباه آزمایشی	۲۲	۰/۰۰۶	۱۹/۹۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۰۰۰۰۹۱	۰/۰۰۰۰۰۰۱۳۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۹۵

ns، عدم معنی‌داری در سطح یک درصد و پنج درصد

\*، معنی‌دار در سطح ۵ درصد

\*\*، معنی‌دار در سطح یک درصد

جدول ۲- تجزیه واریانس بلوک کامل تصادفی برای ترکیبات شیمیایی چهار گونه اوجا، ملج، آزاد و داغداغان

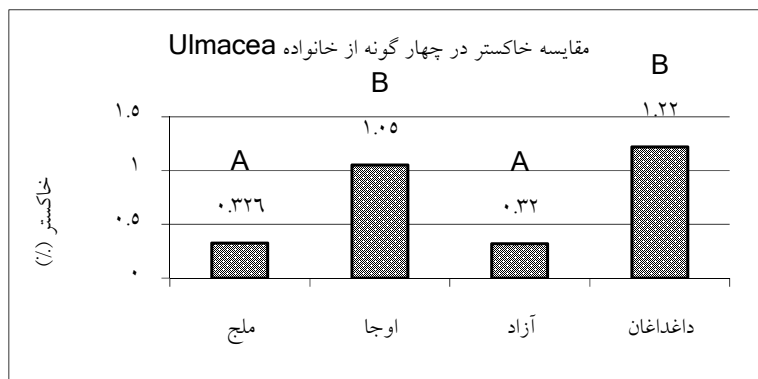
منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		لیگنین	سلولز	خاکستر	مواد استخراجی
بلوک (تکرار)	۲	۱۲/۲۵۰ns	۰/۳۹۶ns	۰/۰۰۷ns	۰/۶۳ns
تیماز (گونه)	۳	۹/۸۸ns	۳۶/۹۱*	۰/۶۷۳**	۳/۵۵*
اشتباه آزمایشی	۶	۱۲/۴۷	۲/۹۵	۰/۰۱۱	۰/۶۷
		ns. عدم معنی داری در سطح یک درصد و پنج درصد	*. معنی دار در سطح ۵ درصد	**. معنی دار در سطح یک درصد	

جدول ۳- مقایسه میانگین ضریب‌های بیومتری با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪

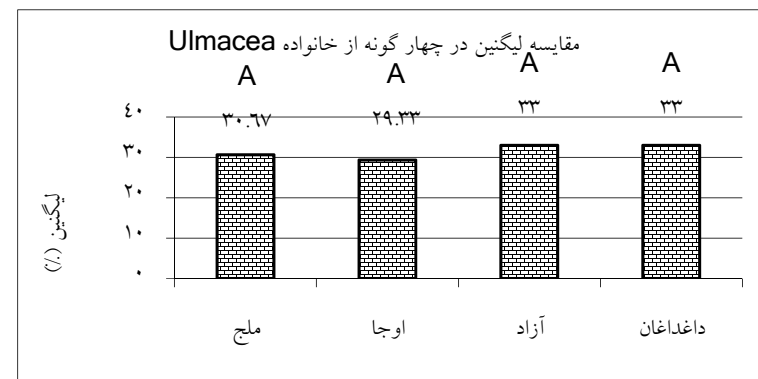
طبقه بندی دانکن		فاکتور		طبقه بندی دانکن			فاکتور گونه
قطر فیبر (میکرون)	قطر حفره فیبر (میکرون)	ضخامت دیواره فیبر (میکرون)	نواحی سه گانه	قطر فیبر (میکرون)	قطر حفره فیبر (میکرون)	ضخامت دیواره فیبر (میکرون)	
۱۹A	۱۴A	۲A	نزدیک به مغز	۲۱A	۱۵A	۳A	ملج
۱۹A	۱۳B	۳B	میانه	۱۹B	۱۳B	۳A	اوجا
۲۰B	۱۴A	۳B	نزدیک به پوست	۱۷C	۱۱C	۳A	آزاد
				۲۱A	۱۵A	۳A	داغداغان

حروف تشابه مبین بر عدم معنی داری (سطح ۵ درصد) و حروف نامتشابه به معنی تفاوت معنی دار بین متوسط مقادیر می باشد.

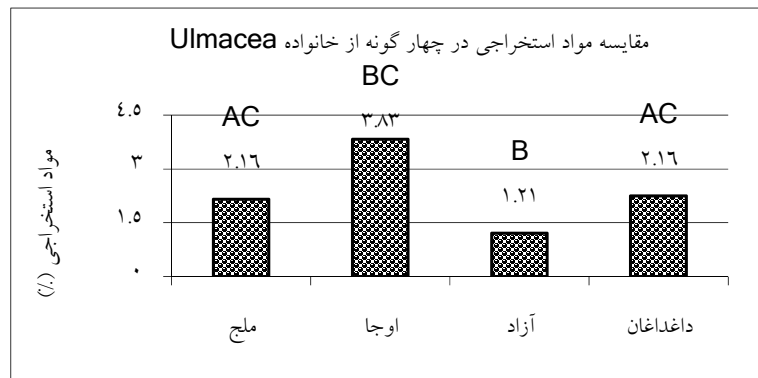
Archive of SID



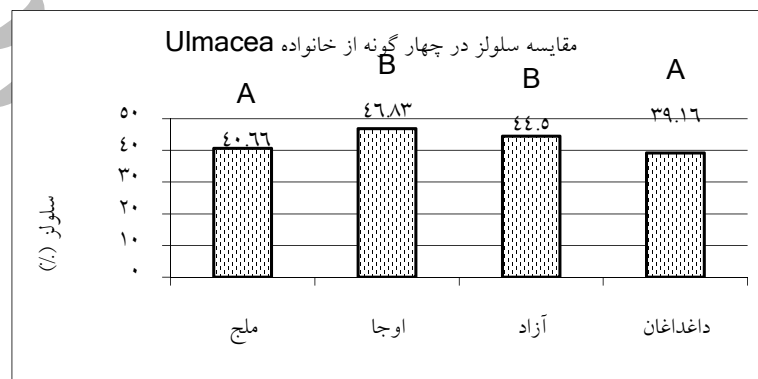
شکل ۳- مقایسه متوسط مقدار خاکستر در چهار گونه از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (حروف مشابه مبین بر عدم معنی‌داری (سطح ۵ درصد) و حروف نامتشابه به معنی تفاوت معنی‌دار بین متوسط مقادیر می‌باشد).



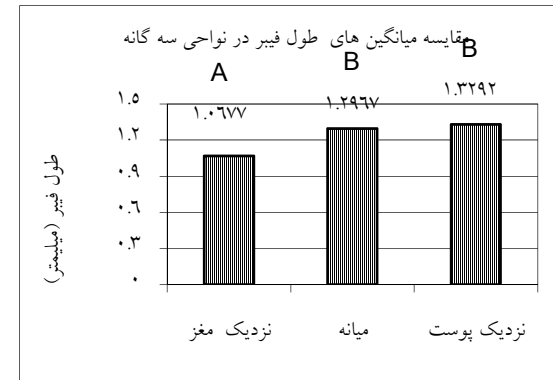
شکل ۱- مقایسه متوسط مقدار لیگنین در چهار گونه از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (حروف مشابه مبین بر عدم معنی‌داریست).



شکل ۴- مقایسه متوسط مقدار مواد استخراجی در چهار گونه از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (حروف مشابه مبین بر عدم معنی‌داری و حروف نامتشابه به معنی تفاوت معنی‌دار (سطح ۵ درصد) بین متوسط مقادیر می‌باشد).

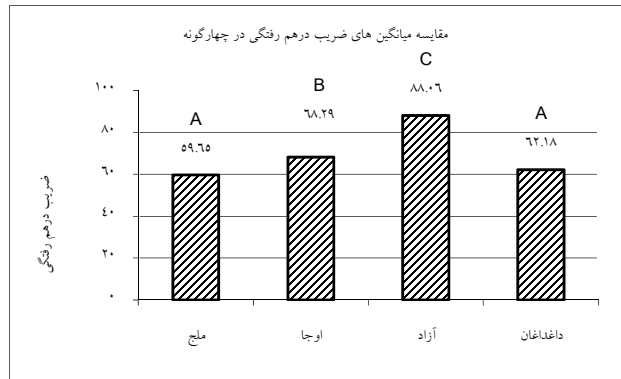


شکل ۲- مقایسه متوسط مقدار سلولز در چهار گونه از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (حروف مشابه مبین بر عدم معنی‌داری و حروف نامتشابه به معنی تفاوت معنی‌دار (سطح ۵ درصد) بین متوسط مقادیر می‌باشد).



شکل ۷- مقایسه میانگین های ضریب درهم رفتگی در نواحی سه گانه از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن (متوسط مقادیر با حروف متشابه مبین بر عدم معنی داری و حروف نامتشابه نشان دهنده معنی داری در سطح ۵٪ می باشد).

شکل ۵- مقایسه میانگین های طول فیبر در نواحی سه گانه از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن (متوسط مقادیر با حروف متشابه مبین بر عدم معنی داری و حروف نامتشابه نشان دهنده معنی داری در سطح ۵٪ می باشد).



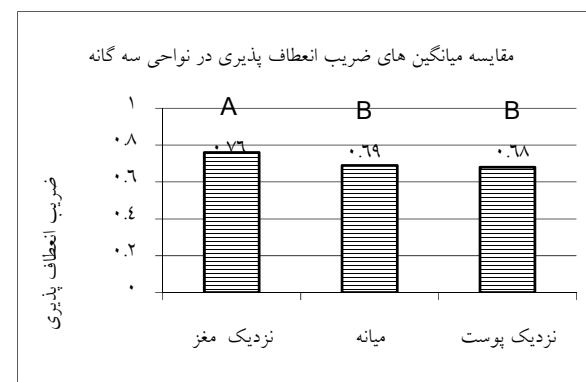
شکل ۸- مقایسه میانگین های ضریب درهم رفتگی از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن (متوسط مقادیر با متشابه مبین بر عدم معنی داری و حروف نامتشابه نشان دهنده معنی داری در سطح ۵٪ می باشد).

شکل ۶- مقایسه میانگین های طول فیبر در چهار گونه از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن (متوسط مقادیر با حروف متشابه مبین بر عدم معنی داری و حروف نامتشابه نشان دهنده معنی داری در سطح ۵٪ می باشد).

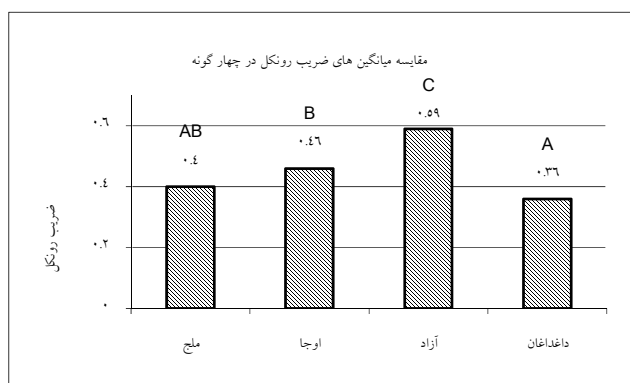




شکل ۱۱- مقایسه میانگین‌های ضریب رونکل در نواحی سه‌گانه از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (متوسط مقادیر با حروف متشابه مبین بر عدم معنی‌داری و حروف نامتشابه نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵٪ می‌باشد).

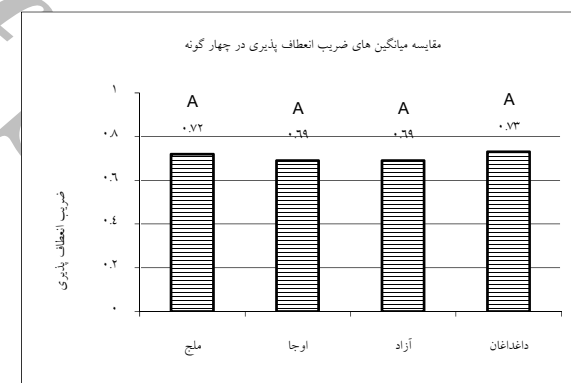


شکل ۹- مقایسه میانگین‌های ضریب انعطاف‌پذیری در نواحی سه‌گانه از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (متوسط مقادیر با حروف متشابه مبین بر عدم معنی‌داری و حروف نامتشابه نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵٪ می‌باشد).



باشد).

شکل ۱۲- مقایسه میانگین‌های ضریب رونکل در چهار گونه از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (متوسط مقادیر با حروف متشابه مبین بر عدم معنی‌داری و حروف نامتشابه نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵٪ می‌باشد).



شکل ۱۰- مقایسه میانگین‌های ضریب انعطاف‌پذیری در چهار گونه از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (متوسط مقادیر با حروف متشابه مبین بر عدم معنی‌داری و حروف نامتشابه نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵٪ می‌باشد).

## بحث

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که خواص مورفولوژیکی چهار گونه ملج، اوجا، آزاد و داغداغان به - رغم اینکه در یک رویشگاه و از یک خانواده و تقریباً هم - سن بودند دارای تفاوت‌هایی بودند. به طوری که طول فیبر در نواحی نزدیک به مغز به صورت معنی داری نسبت به بخش‌های میانه و نزدیک به پوست کوتاه‌تر بود که مطابق با سایر تحقیقات انجام شده علت آن را می‌توان به سبب وجود چوب جوان در نزدیک‌های مغز دانست. به رغم آنکه قطر کلی الیاف در بخش نزدیک به مغز از بخش نزدیک به پوست به صورت معنی داری کمتر می‌باشد، چون ضخامت الیاف در رابطه  $L/T$  در مخرج کسر قرار می‌گیرد و انتظار می‌رود که ضریب درهم‌رفتگی (ضریب لاغری) در بخش نزدیک به مغز نسبت به بخش میانه و نزدیک به پوست بیشتر باشد، اما به عکس ضریب درهم‌رفتگی در بخش میانه و پوست نسبت به مغز بیشتر شده است که علت آن را می‌توان به این دلیل دانست که طول فیبر (صورت کسر) در بخش‌های نزدیک به پوست و میانه نسبت به نزدیک به مغز خیلی زیادتر می‌باشد. بنابراین علت بالاتر بودن ضریب انعطاف‌پذیری در بخش نزدیک به مغز را می‌توان پهن‌تر بودن حفره فیبر و کمتر بودن قطر فیبر دانست. نظر به اینکه هر دو رابطه ضریب رونکل و ضریب انعطاف‌پذیری نشان‌دهنده تراکم دیواره سلولی است (حسینی، ۱۳۷۹)، دور از انتظار نبود که این دو رابطه نمایش یکسان از خود برجا بگذارند. به طور کلی می‌توان ۴ نتیجه مهم اتخاذ نمود. ۱) در میان خانواده نارون‌ها گونه درختی آزاد به سبب اینکه از کمترین لیگنین، خاکستر (مواد معدنی) و مواد استخراجی و بیشترین مقدار سلولز برخوردار است، به لحاظ ترکیب شیمیایی می‌تواند

مناسب‌ترین گونه درختی در بین خانواده نارون‌ها (*Ulmaceae*) برای فرآیند خمیرکاغذ باشد. ۲) در میان خانواده نارون‌ها گونه درختی آزاد به سبب اینکه از بالاترین ضریب درهم‌رفتگی و همچنین ضریب رونکل برخوردار است انتظار می‌رود با کیفیت‌ترین کاغذ تولیدی را داشته باشد. ۳) هرچند جدا سازی خرده‌چوبهای بخش چوب جوان از چوب بالغ در فرآیند خمیرکاغذ در عمل امکان‌پذیر نیست، اما پیش‌بینی می‌شود که چوبهای بخش نزدیک به مغز یا به عبارتی دیگر چوب جوان از مقاومت به کشش و مقاومت به ترکیدن بالاتری نسبت به چوب بالغ (نزدیک به پوست) برخوردارند باشند و در مقابل چوب بالغ به سبب بالاتر بودن طول فیبر از مقاومت به پارگی بیشتری برخوردار باشند. به طوری که سابقاً هاتون (۱۹۹۷) و هاتون و گی (۱۹۹۴) نیز به چنین نتایجی دست یافته بودند و اتصالات درونی الیاف کاغذهای حاصل از سرشاخه‌ها را بهتر از چوب بالغ مشاهده نمودند. از همه‌ی این مطالعات می‌توان نتیجه گرفت که الیاف حاصل از چوب جوان ریزتر و دارای دیواره‌ی نازک‌تر می‌باشد و ویژگی‌های خمیرکاغذ تولید شده از چوب جوان با سایر خمیرکاغذها متفاوت می‌باشد. ۴) با توجه به اینکه چهار گونه تقریباً هم‌سن، از یک خانواده و از یک رویشگاه بودند، تفاوت‌های آناتومیکی و ترکیبات شیمیایی بین آنها مبین بر این است که علاوه بر اثرهای رویشگاه، ویژگی‌های چوب درختان تحت تاثیر ژن و روابط متقابل بین گونه و رویشگاه می‌باشند

## منابع مورد استفاده:

-تاقب طالبی، خ.، ساجدی، ت.، و یزدیان، ف. ۱۳۸۴. نگاهی به جنگلهای ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. چاپ دوم. ۲۷ صفحه.

- Kellogg, R.M., Thykeson, E., 1975. Predicting kraft mill paper strength from fiber properties. Tappi 58 (4), 131-135.
- Madakadze, I.C., Radiotis, T., Li, J., Goel, K., Smith, D.L., 1999. Kraft pulping characteristics and pulp properties of warm season grasses. Bioresour. Technol. 69, 75-85.
- Matolcsy, G.A., 1975. Correlation of fiber dimensions and wood properties with the physical properties of kraft pulp of *Abies balsamea* L. (Mill.). Tappi 58 (4), 136-141.
- Ogbonnaya, C.I., Roy-Macauley, H., Nwalozie, M.C., Annerose, D.J.M., 1997. Physical and histochemical properties of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) grown under water deficit on a sandy soil. Ind. Crop Prod. 7, 9-18.
- Oluwadare, A.O. and Ashimiyo Sotande, O. 2007. The Relationship Between Fibre Characteristics and Pulp-sheet Properties of *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. Middle-East Journal of Scientific Research 2 (2): 63-68.
- Osadare, A.O., 2001. Basic wood and pulp properties of Nigerian-grown Caribbean pine (*Pinus caribaea* Morelet) and their relationship with tree growth indices. Ph.D. thesis University of Ibadan, pp: 347.
- Seth, R.S., Page, D.H., 1988. Fiber Properties and tearing resistance. Tappi J. 71 (2), 103 – 107.
- Ververis, C., K. Georghiou, N. Christodoulakis, P. Santas and R. Santas. 2004. Fiber dimensions lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. Industrial Crop and Products J, 19, Pp 245-254.
- Watson, A. J. and H.E.Dadswell. 1961. Influence of fiber morphology on paper properties. Part. Fibre Length, APPITA, 14. No. 5, CSIRO, Australia, pp 168-178.
- حسینی، ض. ۱۳۷۹. مورفولوژی الیاف در چوب و خمیر کاغذ. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲۸۸ صفحه.
- فامیلیان، ح.، لشکر بلوکی، ا. ۱۳۸۶. مقایسه تطبیقی بیومتری الیاف دو کلن موفق صنوبر در استان گیلان. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. ۲۲، (۲): ۱۴۱-۱۳۲.
- Bendtsen, B.A. 1978. Properties of wood from improved and intensively managed trees. For. Prod. J. 28(10):61-72.
- Brit Kenneth, W. 1970. A hand book of pulp and paper technology. Second Edition. Van Nostrand Reinhold Company New York, P.327.
- Dadswell, H. E.; Wardrop, A.B.; and Watson, A.J. 1958. The morphology, hemistry and pulping characteristics of reaction wood. In Fundamentals of Papermaking Fibers, ed. K Bolam. London: British Paper and Board Makers Association, 187-229.
- Hatton, J.V, and Gee, W.Y. 1994. Kraft pulping of second-growth lodgepole pine. TAPPI 77(6):91-102.
- Horn, R.A., 1974. Morphology of pulp fiber from softwoods and influence on paper strength. USDA Forest Service. Research Paper FPL 312, FOR. Prod. Lab, Madison, WI, USA.
- Horn, R.A., 1978. Morphology of pulp fiber from hardwoods and influence on paper strength. USDA Forest Service. Research Paper FPL 242, FOR. Prod. Lab, Madison, WI, USA.
- ISO. 1990. ISO STANDARD 9184-1. Paper, board and pulps. Fibers furnish analysis. Part: General method. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

## Morphological characteristics and chemical components of *Ulmus glabra*, *Ulmus campestris*, *Zelkova carpinifolia*, *Celtis australis* woods

Safdari, V.\*

\*- Corresponding author, Ph.D., Dept. of Wood and Paper Science & Technology, Islamic Azad University- Kraji branch – Iran .  
Email: vahid.safdari@gmail.com

Received: Sep. 2009

Accepted: May 2010

### Abstract

The suitability of wood and non-wood species for use in pulp and paper industry can be predicted by their morphological and chemical characteristics. In this research, morphological and chemical properties of four species of *Ulmaceae* family, *Ulmus glabra*, *Ulmus campestris*, *Zelkova carpinifolia* and *Celtis australis* have been compared. Of each species, three cross section discs of 5 cm thickness were selected. Wood slivers of three zones: near to pith, middle part and near to bark wood were macerated in a mixture of acetic acid and hydrogen peroxide at 60°C for 48 hours. Biometric coefficients of fibers in three zones and four species have been measured and analyzed by a factorial, complete randomized block design. Results showed that, *Zelkova carpinifolia* wood has the least lignin, ash and extractives as well as the highest cellulose. The fibers of, *Zelkova carpinifolia* has the highest slenderness ratio, Runkel ratio and hence is most suitable species in *Ulmaceae* family for paper industry. Fiber length and wall thickness near to bark zone was significantly higher compared to the pit zone. Therefore it is suggested that the mechanical properties of pulp of this three zones are different.

**Keywords:** Fiber morphology, chemical components, *Ulmus glabra*, *Ulmus campestris*, *Zelkova carpinifolia*, *Celtis australis*