

## بررسی ویژگی‌های شیمیایی و ساختاری برگ درخت خرما

سیدمحمد میرمهدی<sup>۱\*</sup>، اصغر امیدوار<sup>۲</sup> و محراب مدهوشی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

<sup>۲</sup> استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

<sup>۳</sup> استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۱۳، تاریخ تصویب: ۸۹/۲/۱۵)

### چکیده

در این پژوهش ویژگی‌های شیمیایی و ساختاری برگ بدست آمده از هرس سالانه‌ی درخت خرما، مورد بررسی قرار گرفته است. درخت خرما مورد استفاده در این پژوهش، رقم «استعمران» یا «دیگر» بود که رقم غالب استان خوزستان می‌باشد. برای بررسی ویژگی‌های شیمیایی و ساختاری برگ‌ها از استانداردهای «تاپی»<sup>۱</sup> استفاده شد. میانگین طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف محور میانه برگ درخت خرما به ترتیب برابر با ۱۳۹۳/۶۶، ۱۸/۱۰، ۷/۶۵ و ۵/۲۳ میکرون و در مورد الیاف برگچه‌ی آن به ترتیب برابر با ۱۴۱۳/۷۱، ۱۵/۱۸، ۷/۰۶ و ۴/۰۶ میکرون تعیین شد. ویژگی‌های شیمیایی برگ به تفکیک برگچه و محور میانه برگ تعیین شد. در مورد محور میانه برگ، میزان سلولز ۳۸/۲۶ درصد، لیگنین ۲۲/۵۳، همی سلولز ۲۸/۱۷، مواد استخراجی ۵/۰۸ و خاکستر ۵/۹۶ درصد اندازه‌گیری شد. در مورد برگچه، میزان سلولز ۴۰/۲۱ درصد، لیگنین ۳۲/۲، همی سلولز ۱۲/۸، مواد استخراجی ۴/۲۵ و خاکستر ۱۰/۵۴ درصد اندازه‌گیری شد. میزان ضریب درهم رفتگی (لاغری)، ضریب انعطاف‌پذیری (نرمش) و میزان ضریب رانکل<sup>۲</sup> محاسبه شده در مورد الیاف محور میانه برگ به ترتیب برابر با ۷۷، ۴۲/۲۶ درصد و ۱۳۶/۷۳ درصد و در مورد الیاف برگچه‌ی درخت خرما به ترتیب برابر با ۹۳/۱۳، ۴۶/۵ درصد و ۱۱۵ درصد بدست آمد. توجه به این نکته در اینجا ضروری است که دانستن این ویژگی‌های در ساخت فرآورده‌های چندسازه‌ای دارای اهمیت ویژه‌ای است.

**واژه‌های کلیدی:** درخت خرما، رقم استعمران، ویژگی‌های شیمیایی، ویژگی‌های ساختاری و ضرایب زیست‌سنجی (بیومتری)،

چندسازه چوب-پلاستیک

## مقدمه



شکل ۱- نقشه محدوده مناطق خرماخیز ایران

فعالیت برگ درختان خرما در سن ۴-۵ سالگی به کمترین اندازه رسیده و بیشتر حالت کاربردکننده مواد غذایی را پیدا می‌کند. برگ درخت خرما خزان نمی‌کند و در نتیجه برگ‌های پیر باید توسط انسان قطع شوند زیرا وجود برگ‌های پیر میزان زیادی از فضای باغ را اشغال کرده و از تهویه مناسب هوا جلوگیری می‌کنند. وجود برگ‌های پیر بر روی درخت باعث گسترش ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی نیز می‌شود (Khademi et al. 2006).

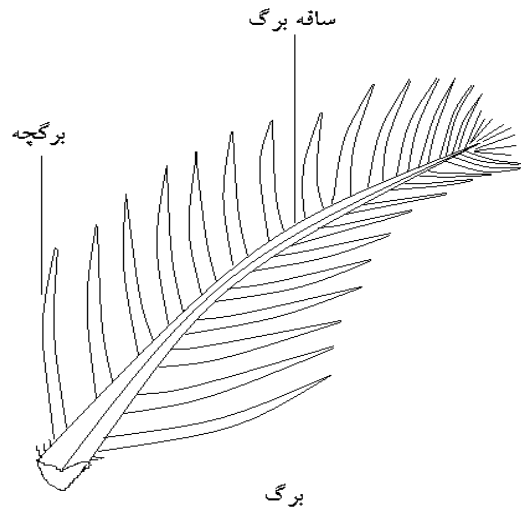
در طول یک سال نزدیک به ۱۵ تا ۲۵ برگ (شکل ۲)، از یک درخت خرما می‌بایست هرس شود. افزون بر آن قانده‌ی برگ و الیاف پیرامون آن نیز می‌بایست حذف و هرس شود (عمل تکریب). میانگین وزن هر برگ خرما ۲ تا ۳ کیلوگرم می‌باشد. بنابراین تعمیم این میزان به چند میلیون اصله، حجم زیادی خواهد بود که هم اکنون مدیریت درست و بهینه‌ای در بهره‌برداری از این بقایا وجود ندارد (Hajian, 2007). بررسی ویژگی‌های شیمیایی و زیست‌سنجی این گونه پسماندها در جهت استفاده از داده‌های آن در صنایع کاغذسازی، تخته‌خرده‌سازی، چوب-پلاستیک و صنایعی از این دست، بررسی سودمندی است.

مواد لیگنوسلولزی با منشاء چوبی (سوزنی‌برگان و پهن‌برگان) یا غیر چوبی مانند پسماند گیاهان زراعی یا باغی می‌باشند که در تولید محصولاتی مانند کاغذ، تخته‌خرده چوب، ام دی اف و یا به عنوان پرکننده یا تقویت‌کننده در موادی مانند پلاستیک، بتن (Narmashiri, 2005)، گل (Marandi et al. 2008) و حتی آسفالت (Muniandy et al. 2008) مورد استفاده قرار می‌گیرند. از دیگر موارد کاربرد پسماندهای لیگنوسلولزی درخت خرما می‌توان استفاده از آن به عنوان بستر کشت گیاه را یادآوری کرد (Samiei et al. 2005). اما استفاده‌ی گسترده‌تری از پسماندهای بدست آمده از هرس سالانه‌ی درخت خرما در صنایع تخته‌خرده‌سازی، چندسازه‌های چوب-پلاستیک<sup>۱</sup>، کاغذسازی و دیگر صنایع می‌شود.

درخت خرما یک گیاه باغی به شمار می‌آید که در مناطق گرمسیری رشد می‌کند. تولید جهانی پسماندهای سلولزی درختان خرما حدود ۳۰ میلیون تن در سال است. محققان ادعا می‌کنند که حدود ۲٪ از اراضی قابل کشت کشور را درختان خرماستان‌ها تشکیل می‌دهند. شمار درختان خرما موجود در این اراضی ۲۰ تا ۲۷ میلیون اصله درخت برآورد شده است (Beygi et al. 1988). شکل ۱ محدوده‌ی مناطق خرماخیز کشورمان را نشان می‌دهد (Hajian, 2007).

اصلی درختان یعنی سوزنی‌برگان و پهن‌برگان در جدول ۱ ارائه شده است (Han, 1998).

در جدول ۲ نیز ویژگی‌های ریخت‌شناسی الیاف برخی از گیاهان آمده است (Hemmasi and Pirouz, 2006).



شکل ۲- شمایی از یک برگ درخت خرما و قسمت‌های اصلی آن

با نگاهی به بررسی‌های مربوط به ترکیب‌های شیمیایی و ساختاری برخی از منابع لیگنوسلولزی غیر چوبی، دهقانی و همکاران (1999) طول و قطر الیاف سرشاخه درخت خرما را به ترتیب برابر با ۰/۸۷۳ میلی‌متر و ۱۴/۱۶ میکرون اندازه‌گیری کردند. میزان سلولز، لیگنین و درصد خاکستر آن به ترتیب معادل ۴۷/۵۰ ، ۱۷/۴۷ و ۷/۴۷ درصد اندازه‌گیری و گزارش شده است. همچنین میزان مواد استخراجی محلول در سود سوزآور ۱ درصد، آب داغ و استن به ترتیب ۹/۳۲ و ۱۵/۹۹ درصد یادآوری شده است.

Rodriguez و همکاران (2008) استفاده از حلال آلی برای تولید خمیر کاغذ از پسماندهای درخت خرما روغنی<sup>۱</sup> را مورد بررسی قرار دادند. میزان هولوسلولز، آلفا سلولز و لیگنین به ترتیب ۶۷، ۴۸ و ۲۴ درصد گزارش شد. در مورد مواد خام غیرچوبی نیز به پسماندهای ناشی از هرس درخت زیتون، محور میانی گندم و آفتاب‌گردان اشاره کرده‌اند که همانند پسماندهای درخت خرما روغنی بودند.

ترکیب شیمیایی شماری از مهم‌ترین الیاف لیگنوسلولزی بدست آمده از پسماندهای کشاورزی به همراه دو گروه

۱- Oil Palm Tree

جدول ۱- ترکیب شیمیایی شماری از الیاف غیر چوبی و دو گروه اصلی درختان

ترکیب شیمیایی (به صورت % از مجموع)					اسم	انواع الیاف
سیلیس	خاکستر	پنتوزان	لیگنین	سلولز		
۹-۱۴	۱۵-۲۰	۲۳-۲۸	۱۲-۱۶	۲۸-۴۸	برنج	ساقه
۳-۷	۴/۵-۹	۲۶-۳۲	۱۶-۲۱	۲۹-۵۱	گندم	
۳-۶	۵-۷	۲۴-۲۹	۱۴-۱۵	۳۱-۴۵	جو	
۰/۵-۴	۲-۵	۲۷-۳۸	۱۴-۱۹	۳۱-۴۸	جو دوسر	
۰/۵-۴	۲-۵	۲۷-۳۰	۱۴-۱۹	۳۳-۵۰	چاودار	
۰/۷-۳۵	۱/۵-۵	۲۷-۳۲	۱۹-۲۴	۳۲-۴۸	نیشکر	محور میانی
۰/۷	۱/۷-۵	۱۵-۲۶	۲۱-۳۱	۲۶-۴۳	بامبو	توخالی
-	۶-۸	۲۷-۳۲	۱۷-۱۹	۳۳-۳۸	جگن	گیاه
-	۶	۲۴	۲۲	-	سوبای	
۲	۳	۲۰	۲۲-۲۴	۴۴-۴۶	نی	
-	۵	۲۴-۲۶	۲۱-۲۳	۴۳-۴۷	الیاف کتان	لیف درخت
-	۲-۵	۲۲-۲۳	۱۵-۱۹	۴۴-۵۷	کنف	
-	۰/۵-۲	۱۸-۲۱	۲۱-۲۶	۴۵-۶۳	کنف هندی	
-	۰/۸	۱۴-۱۷	۹-۱۳	۵۷-۷۷	شاهدانه	
-	-	۵-۸	-	۸۷-۹۱	رامی	
-	۲-۴	۱۸-۲۴	۱۵-۲۱	۳۷-۴۹	کنف	مغز گیاه
-	۰/۸	۱۸-۲۲	۲۱-۲۴	۴۱-۴۸	کنف هندی	
-	۳	۱۵-۱۷	۷-۹	۵۶-۶۳	آباکا	برگ
-	۰/۶-۱	۲۱-۲۴	۷-۹	۴۷-۶۲	سیزال ۲	
۱	۰/۸-۲	۳	۰/۷-۱/۶	۸۵-۹۰	لینتر پنبه	
-	-	۱>	۷-۱۴	۲۶-۳۴	۴۰-۴۵	چوب
-	-	۱>	۱۹-۲۶	۲۳-۳۰	۳۸-۴۹	

<sup>۱</sup> گیاهی در فیلیپین <sup>۲</sup> گیاهی در هند

جدول ۲- ویژگی‌های ریخت شناسی الیاف برخی از انواع مختلف گیاهان غیرچوبی و چوبی

انواع الیاف گیاهی	حدود طول لیف (mm)	میانگین طول لیف (mm)	حدود قطر لیف (μ)	میانگین قطر لیف (μ)
غیر چوبی	کنف (پوست)	۱/۴-۵	۲/۶	۱۴-۲۳
	کنف (مغز)	۰/۴-۱/۱	۰/۶	۱۸-۳۷
	شاهدانه (پوست)	۵-۵/۵	۲۰	۱۶-۵۰
	شاهدانه (مغز)	-	۰/۵۵	-
	کاه (گندم، ذرت، جو، جو دو سر، گندم سیاه، برنج، کلزا)	۰/۴-۳/۴	۱/۴	۵-۳۰
	بامبو	۱/۵-۴/۴	۲/۷	۷-۲۷
	باکاس	۰/۸-۲/۸	۱/۷	-
	کنف هندی	۲-۵	-	۱۰-۲۵
	لینتر پنبه (خام)	۲۰-۵۰	-	۸-۱۹
	لینتر پنبه	۲-۳	-	۱۷-۲۷
چوبی	سوزنی برگان	۱-۹	۳/۳	۱۵-۶۰
	پهن برگان	۰/۳-۲/۵	۱	۱۰-۴۵

### تعیین درصد مواد تشکیل دهنده

به منظور تعیین درصد مواد تشکیل دهنده برگچه‌ها و محور میانی برگ از استانداردهای مربوطه (جدول ۳) استفاده شد. هر آزمون در سه تکرار انجام شد.

هدف از انجام این پژوهش به دست آوردن ضرایب زیست سنجی الیاف درخت خرما و همچنین مواد شیمیایی تشکیل دهنده ساختار چوبی آن برای کاربرد در فرآورده‌های چندسازه‌ای بود.

جدول ۳- استانداردهای مربوطه تاپی

شماره استاندارد	نوع آزمون
T۲۵۷ cm-۸۵	تهیه آرد چوب
T۲۰۷ cm-۹۹	آرد چوب بدون مواد استخراجی
T۲۱۱ om-۹۳	میزان خاکستر
T۲۸۰ pm-۹۹	میزان مواد استخراجی
T۲۶۴ om-۸۸	میزان سلولز به روش اسید نیتریک
T۲۲۲ om-۹۸	میزان لیگنین

### مواد و روش‌ها

پسماندهای ناشی از هرس سالانه درخت خرما را رقم استعمران از شهرستان اهواز که رقم غالب منطقه خوزستان می‌باشد (Edalatian and Fazlara, 2008)، توسط موسسه‌ی پژوهش‌های خرما و میوه‌های گرمسیری کشور تهیه شد و سپس به آزمایشگاه چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شد. هرس برگ‌های خرما به صورت تصادفی صورت گرفت. سپس برگ‌ها به منظور بررسی ترکیب‌های شیمیایی به دو بخش محور میانه برگ و برگچه‌ها جدا شدند.

چوب درخت خرما از دسته‌های آوندی اولیه که در درون ملاتی از بافت‌های پارانشیمی قرار دارد، تشکیل شده است. بافت و سختی ساقه به پراکنش دسته‌های آوندی و میزان عناصر بافت اسکلرانشیمی بستگی دارد. سلول‌های بافت

1999) بدون لیف (دلیفه) شدند. در این روش از نسبت یک به یک اسید استیک و آب اکسیژنه استفاده شد و سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۵۷ درجه سلسیوس در آون قرار داده شدند. پس از این مدت نمونه‌ها با آب مقطر شسته شدند تا اسید استیک از محیط خارج شود. سپس الیاف با ماده‌ی رنگی زفرانین<sup>۱</sup> رنگ‌آمیزی شده و شمار ۵۰ عدد لیف با میکروسکوپ آزمایشگاهی به منظور تعیین طول (بزرگنمایی ۱۰X)، قطر و قطر حفره سلولی (بزرگنمایی ۴۰X) اندازه‌گیری شد. لازم به یادآوری است که ضخامت دو دیواره سلولی از تفاضل قطر لیف و قطر حفره بدست آمد. همچنین ضرایب درهم رفتگی، رانکل و انعطاف‌پذیری الیاف با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند.

#### محاسبه‌ی ضرایب زیست سنجی

برای محاسبه‌ی ضرایب زیست سنجی از فرمول‌های زیر استفاده شد:

$$\frac{L}{D} = \text{ضریب درهم رفتگی (لاغری)}$$

$$L = \text{طول الیاف} \quad D = \text{قطر الیاف}$$

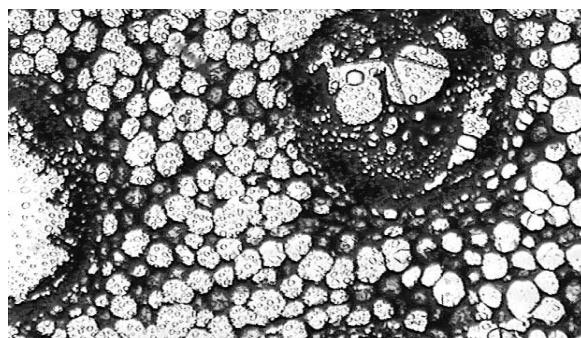
$$\frac{C}{D} \times 100 = \text{ضریب انعطاف‌پذیری (نرمش)}$$

$$C = \text{قطر حفره سلولی}$$

$$\frac{2P}{C} \times 100 = \text{ضریب رانکل (مقاومت به پارگی لیف)}$$

$$P = \text{ضخامت دیواره سلولی}$$

اسکلرانشیمی برای استحکام بخشیدن به گیاه تمایز یافته‌اند (شکل ۳). این سلول‌ها دیواره‌ی دومین ضخیمی تشکیل می‌دهند که در آن ماده‌ی چوبی (لیگنین) وجود دارد. چوبی شدن دیواره‌ی دومین باعث از بین رفتن پروتوپلاسم و مرگ سلول می‌شود. دو نوع سلول اسکلرانشیمی در گیاه یافت می‌شود که لیف‌ها و اسکلرئیدها می‌باشند. لیف‌ها سلول‌های دراز و کشیده‌ای هستند که در میان بافت‌های دیگر قرار گرفته‌اند. اسکلرئیدها سلول‌هایی کوتاه، اما انشعاب‌دار هستند که بیشتر در پوشش دانه‌ها و میوه‌ها یافت می‌شوند. بسیاری از سلول‌های بخش بیرونی پوست ساقه‌های جوان، دیواره‌ای دارند که بعضی بخش‌های آن ضخیم‌تر است. این سلول‌ها، سلول‌های کلانشیمی نام دارند. این سلول‌ها قابلیت رشد خود را حفظ کرده و هماهنگ با رشد گیاه، رشد می‌کنند. این سلول‌ها با دیواره‌ی ضخیم خود باعث استحکام و برافراشته ماندن ساقه‌ها و دیگر بخش‌ها می‌شوند. ساقه درخت خرما رشد قطری ندارد و قطر آن از بالا به پایین یکسان است. علت قطور بودن ساقه درخت خرما بزرگ شدن یاخته‌ای پارانشیمی ساقه و تمرکز ماده چوب و مواد دیگر در دیواره‌های آنهاست (Klotz, 1978).



شکل ۳- برش عرضی ساقه درخت خرما رقم استعمران

به منظور اندازه‌گیری ابعاد الیاف، در آغاز نمونه‌های خلال شده از برگچه و محور میانی برگ در درون لوله‌های آزمایش ریخته شده و به روش فرانکلین<sup>۱</sup> (Han et al.

## نتایج

## - ویژگی‌های ریخت شناسی الیاف

ابعاد ۱۰۰ ذره گزینش شده به صورت تصادفی از ذرات ساقه و برگچه اندازه‌گیری شد که میانگین آنها در جدول شماره ۶ آمده است.

## - ترکیب شیمیایی محور میانی برگ و برگچه‌ی درخت خرما

در جدول ۴ و ۵ ترکیب شیمیایی محور میانی برگ و برگچه‌ی درخت خرما به همراه مقایسه‌ی آماری و معنی‌دار بودن آنها آمده است.

جدول ۴- ترکیب شیمیایی محور میانی برگ و برگچه‌های درخت خرما

محور میانی برگ				برگچه				ترکیب شیمیایی
بیشترین میزان	کمترین میزان	انحراف معیار	میانگین (%)	بیشترین میزان	کمترین میزان	انحراف معیار	میانگین (%)	
۳۸/۹۰	۳۷/۳۵	۰/۸۱۲	۳۸/۲۶	۴۱/۳۰	۳۹/۳۰	۱/۰۱۱	۴۰/۲۱	سلولز
۲۳/۲۰	۲۱/۳۰	۱/۰۶۹	۲۲/۵۳	۳۲/۶۰	۳۱/۶۰	۰/۵۲۹	۳۲/۲	لیگنین
۲۸/۳۴	۲۸/۰۰	۰/۱۷۰	۲۸/۱۷	۱۳/۴۰	۱۲/۲۰	۰/۶۰۰	۱۲/۸	همی سلولزها
۵/۴۵	۴/۸۰	۰/۳۳۲	۵/۰۸	۴/۹۵	۳/۸۰	۰/۶۱۰	۴/۲۵	مواد استخراجی
۶/۲۲	۵/۸۰	۰/۲۳۱	۵/۹۶	۱۰/۸۰	۱۰/۲۲	۰/۲۹۴	۱۰/۵۴	خاکستر

جدول ۵- مقایسه‌ی ترکیب‌های شیمیایی محور میانی برگ با برگچه‌های درخت خرما

ویژگی‌ها (%)	برگچه	محور میانی برگ	میزان t محاسبه شده	سطح و معنی‌دار بودن/نبودن
سلولز	۴۰/۲۱	۳۸/۲۶	۲/۶۰	۰/۰۶ ن
لیگنین	۳۲/۲۰	۲۲/۵۳	۱۴/۰۳	۰/۰۰۰۱**
همی سلولزها	۱۲/۸۰	۲۸/۱۷	۴۲/۶۹	۰/۰۰۰۱**
مواد استخراجی	۴/۲۵	۵/۰۸	۴/۵۰	۰/۰۱**
خاکستر	۱۰/۵۴	۵/۹۶	۲۱/۲۶	۰/۰۰۰۱**

xx: معنی‌دار در سطح ۱٪ \* : معنی‌دار در سطح ۵٪ ن: معنی‌دار نیست

جدول ۶- ویژگی‌های ریخت شناسی الیاف

ویژگی‌ها	برگچه	محور میانی برگ	میزان t محاسبه شده	سطح و معنی‌دار بودن/نبودن
طول الیاف (μ)	۱۴۱۳/۷۱	۱۳۹۳/۶۶	۱/۴۳	۰/۲۲۵۶ ن
قطر کلی الیاف (μ)	۱۵/۱۸	۱۸/۱۰	۵/۰۴	۰/۰۰۷۳**
قطر حفره‌ی سلولی (μ)	۷/۰۶	۷/۶۵	۱/۸۴	۰/۱۳۹۴ ن
ضخامت دیواره‌ی سلولی (μ)	۴/۰۶	۵/۲۳	۷/۸۱	۰/۰۰۱۴**
ضریب لاغری	۹۳/۱۳	۷۷	۳/۶۶	*۰/۰۲۱۵
ضریب نرمش (%)	۴۶/۵۰	۴۲/۲۶	۶/۵۶	۰/۰۰۲۸**
ضریب رانکل (%)	۱۱۵	۱۳۶/۷۳	۹/۱۳	۰/۰۰۰۸**

\*\* : معنی‌دار در سطح ۱٪ \* : معنی‌دار در سطح ۵٪ ن: معنی‌دار نیست

## بحث و نتیجه‌گیری

### سلولز

در این بررسی میزان سلولز برگچه‌ها، ۴۰/۲۱٪ و محور میانی برگ نیز ۳۹/۳۰٪ به دست آمد. میزان سلولز برگچه‌ها همانند میزان سلولز موجود در سوزنی‌برگان و میزان سلولز موجود در محور میانی برگ درخت خرما متناسب با میزان سلولز پهن‌برگان می‌باشد (Han, 1998). در مقایسه با میزان سلولز دیگر گیاهان غیر چوبی مانند کاه گندم، ۴۲/۵٪ (Hemmasi and Pirouz, 2006)، محور میانی کلزای منطقه شمال کشور، ۴۱/۱٪ (Sefidgaran et al. 2006)، محور میانی ذرت خوراکی، ۳۴/۹۱٪، پسماندهای درخت خرما از میزان سلولز قابل قبولی برخوردار است و در مقایسه با بعضی دیگر از گیاهان غیر چوبی مانند ساقه آفتابگردان، ۴۷/۲۷٪ (Rudi et al. 2007) و باگاس، ۵۵/۸۵٪ (Sheykhi, 2004)، از میزان کمتری برخوردار است. میزان سلولز موجود در محور میانی برگ درخت خرما رقم استعمران در مقایسه با میزان سلولز موجود در محور میانی برگ رقم مضافتی که با مجموع ۲۱٪ بیشترین فراوانی را در بین ارقام خرما ایران دارد و از میزان همانندی برخوردار است. میزان سلولز موجود در محور میانی برگ درخت خرما رقم مضافتی، ۳۹/۲۹٪ است (Resalati et al. 2009). وجود گروه‌های هیدروکسیلی الیاف سلولزی نیز در بیشتر موارد باعث ایجاد واکنش قوی و افزایش ویژگی‌های مکانیکی در چندسازه چوب-پلاستیک می‌شود (Maldas and Kokta, 1990).

### لیگنین

میانگین میزان لیگنین در برگچه‌های درخت خرما برابر ۳۲/۲۰٪ و میزان متناظر در محور میانی برگ برابر ۲۲/۵۳٪ تعیین شد. در مقایسه با لیگنین کاه گندم ۲۹٪ (Jahan Latibari et al. 2007)، کاه جو ۲۸/۴۳٪، ذرت خوراکی ۲۲/۴۴٪، نی ۲۳/۹۸٪ (Hemmasi and Pirouz, 2006)، آفتابگردان ۲۱/۲۰٪ (Rudi et al. 2007)، باگاس ۲۱/۴٪ (Hoseynzadeh, 2005) و محور میانی پنبه رقم ورامین ۲۹/۶٪ (Salehi et al. 2000).

برگچه‌ی درخت خرما از میزان لیگنین بیشتری برخوردار است، اما میزان لیگنین محور میانی برگ کمتر بوده و وضعیتی همانند این گیاهان غیر چوبی به استثنای پنبه، کاه گندم و جو دارد، و هر دو بخش برگچه‌ها و محور میانی برگ میزان لیگنین بیشتری در مقایسه با میزان لیگنین کلزا (Sefidgaran et al. 2006) دارند. لیگنین کم عامل مثبتی در کاغذسازی به شمار می‌آید. از طرفی میزان لیگنین موجود در محور میانی برگ درخت خرما رقم مضافتی ۱۲/۸۷٪ تعیین شده است (Resalati et al. 2009) که به مراتب کمتر از میزان متناظر در رقم استعمران می‌باشد. افزایش لیگنین در چوب-پلاستیک باعث کاهش تراکم محصول می‌شود و ساییده شدن محصول را پس از قرار گرفتن در محیط کاربرد افزایش می‌دهد. همچنین وجود لیگنین به سبب ویژگی آزادسازی دی اکسید کربن راحت از آن، سبب سوختن آسان‌تر محصول چوب-پلاستیک می‌شود (Klysov, 2007).

در فراورده چندسازه چوب-پلاستیک میزان لیگنین بیشتر سبب می‌شود که چسبندگی ذرات لیگنوسلولزی به ماده‌ی زمینه (پلیمر) افزایش یابد. در واقع لیگنین ویژگی‌هایی همانند پلیمر گرمانرم داشته و ذوب می‌شود. در نتیجه انتقال تنش از ماده‌ی زمینه به ماده‌ی لیگنوسلولزی بیشتر شده و ویژگی‌های مکانیکی چندسازه‌های ساخته شده از مواد با لیگنین بیشتر افزایش می‌یابد (Shakeri and Hashemi, 2004).

### همی سلولز

در این پژوهش میزان همی سلولزهای موجود در برگچه‌های درخت خرما ۱۲/۸۰٪ و در محور میانی برگ ۲۸/۱۷٪ تعیین شد. میزان همی سلولزهای موجود در برگچه‌ی درخت خرما همانند وضعیت سوزنی‌برگان و میزان همی سلولزهای موجود در محور میانی برگ نیز همانند وضعیت موجود در پهن‌برگان می‌باشد (Han, 1998) با نگاهی به جدول ۱ در می‌یابیم که میزان همی سلولزهای موجود در محور میانی برگ همانند میزان همی سلولزهای موجود در محور میانی برنج، گندم، جو، جو دو سر و چاودار است. و در بیشتر موارد با دیگر گیاهان غیر چوبی همانندی



استعمران می‌باشد. میزان خاکستر موجود در کاه گندم ۹٫۹٪ (Moradian et al. 2003) همانند میزان خاکستر موجود در برگچه‌های درخت خرما است. میزان خاکستر در محور میانی برنج نیز زیاد بوده و ۲۰-۱۵٪ می‌باشد (Han, 1998). ولی میزان خاکستر در هر دو قسمت برگ درخت خرما بیشتر از خاکستر دیگر مواد لیگنوسلولزی مانند نی ۱٫۷۶٪ و ساقه پنبه رقم ورامین ۱٫۴٪ (Salehi et al. 2003)، باگاس ۱٫۸۵٪ (Hemmasi and Samariha, 2006) می‌باشد. به طور کلی میزان خاکستر برگ درخت خرما زیاد بوده و این عامل به عنوان نقطه ضعفی در ساخت فرآورده چوب-پلاستیک مطرح می‌باشد.

### ویژگی‌های ریخت شناسی الیاف

در صنعت چوب-پلاستیک، الیاف طبیعی به شکل ذرات، دسته‌هایی از الیاف یا الیاف جداگانه به کار می‌روند و می‌توانند نقش پرکننده یا تقویت کننده را برای پلاستیک ایفا کنند (Osswald, 1999). هنگامی که از این مواد به شکل الیاف استفاده شود، ویژگی‌های ریخت شناسی آنها اهمیت خاصی پیدا کرده و نقش تقویت کنندگی آنها پررنگ‌تر می‌شود.

### طول الیاف

طول الیاف برگچه‌های درخت خرما در این بررسی برابر با ۱۴۱۳/۷۱ میکرون و در مورد محور میانی برگ ۱۳۹۳/۶۶ میکرون به دست آمد. طول الیاف در محور میانی برگ خرما رقم مضافتی ۱۳۵۵ می‌باشد (Resalati et al. 2009) که از هر دو بخش برگچه‌ها و محور میانی برگ کمتر است. طول الیاف محور میانی گندم ۱۱۳۲ میکرون (Jahan Latibari et al. 2007)، باگاس ۱۵۹۴ میکرون (Hemmasi and Samariha, 2006) محور میانی آفتابگردان ۹۵۸ میکرون (Rudi et al. 2007) گزارش شده است. با توجه به این اعداد ملاحظه می‌شود که الیاف برگ درخت خرما از طول قابل قبولی برای کاغذسازی در مقایسه با دیگر مواد لیگنوسلولزی غیر چوبی برخوردارند. لذا استفاده از برگ درخت خرما به عنوان یک ماده‌ی

دارد. اما میزان همی سلولزهای موجود در برگچه در حد پائینی است. افزایش میزان همی سلولز در چوب-پلاستیک باعث افزایش سایدگی تجهیزات می‌شود. در چرخه فرایند اکستروود کردن (روغن رانی) ماده‌ی خمیری شکل و مذاب چوب و پلاستیک، آب به سختی بخار می‌شود به طوری که در فشار ۲۰۰۰ اتمسفر، تنها در دمای ۳۳۶ درجه سلسیوس بخار می‌شود. اما به محض خروج ماده از قالب انتهای اکستروودر ناگهان بخار شده که در اصطلاح انفجار بخار نامیده می‌شود. ذرات خرد شده همی سلولز محلول در آب در اثر این پدیده تبدیل به اسید استیک شده و سبب خوردگی تجهیزات تولید می‌شود.

### مواد استخراجی

مواد استخراجی شامل انواع موم‌ها، تانن‌ها، اسیدهای چرب، اسیدهای رزینی، و انواع هیدروکربن‌ها، نمک‌ها و پروتئین‌ها می‌باشد. میانگین میزان مواد استخراجی در این بررسی برای برگچه‌های درخت خرما ۴/۲۵٪ و برای محور میانی برگ ۵/۰۸٪ تعیین شد. در مقایسه با میزان مواد استخراجی در محور میانی برگ گونه‌ی مضافتی با رقم ۱۴/۶۲٪، این گونه از میزان مواد استخراجی کمتری برخوردار است. این میزان همانند میزان مواد استخراجی در بعضی دیگر از گیاهان غیر چوبی مانند کاه گندم، ۴/۳۷٪ (Jahan Latibari et al. 2007) محور میانی آفتابگردان ۳/۶۱٪ (Rudi et al. 2007)، باگاس، ۳/۲٪ (Hemmasi and Samariha, 2006) می‌باشد. بخشی از مواد استخراجی ممکن است در اثر خشک شدن چوب در حین مراحل ساخت چندسازه‌ها به صورت مواد فرار از آن خارج شود و این پدیده بر روی کیفیت چسبندگی تاثیر منفی بگذارد (Klysov, 2007). از سوی دیگر بعضی از این مواد دوام طبیعی چندسازه را افزایش می‌دهند.

### خاکستر

میزان خاکستر به دست آمده از برگچه‌های درخت خرما برابر با ۱۰/۵۴٪ و برای محور میانی برگ برابر با ۵/۹۶٪ تعیین شد. میزان خاکستر موجود در محور میانی برگ رقم مضافتی معادل ۵/۴۲٪ بود که همانند میزان موجود در

### ضریب لاغری

میانگین ضریب لاغری برای الیاف برگچه‌ها و محور میانی برگ درخت خرما به ترتیب برابر ۹۳/۱۳ و ۷۷ تعیین شد. این ضرایب در مورد کاه گندم (Jahan Latibari, ۲۸/۰۸) (Sefidgaran et al. 2007)، کلزای منطقه شمال ۵۰/۱ (Hemmasi et al. 2006)، کلزای رقم اکاپی ۲۸/۷۸ (Hemmasi and Pirouz, 2006)، باگاس ۷۶/۰۵ (Hemmasi and Samariha, 2006) و محور میانی پنبه ۵۲/۰۷ (Salehi et al. 2003) گزارش شده است. ضریب لاغری الیاف محور میانی برگ درخت خرما رقم مضافتی ۷۷/۴۲ تعیین شد که وضعیتی همانند رقم استعمران در مورد محور میانی برگ را دارد (Resalati et al. 2009). میزان این ضریب بین ۲۰ الی ۱۵۰ متفاوت است و بالا بودن آن در صنعت کاغذسازی و هنگام تشکیل ورقه کاغذ بر روی توری، مناسب است. همچنین در ساخت چندسازه چوب-پلاستیک نیز بالا بودن این ضریب مدنظر است، زیرا الیاف در درون ماده‌ی زمینه از یک ضریب لاغری مشخصی به بالا توانایی جذب تنش را دارند.

اگرچه تا حدی از طول الیاف به دلیل آسیب‌های مکانیکی تجهیزات و ماشین‌ها در چرخه فرایند کاسته می‌شود، ولی با افزایش ضریب لاغری الیاف مورد استفاده در چندسازه، مقاومت‌های مکانیکی و سفتی چندسازه بیشتر می‌شود. در واقع انتقال تنش از سوی ماتریکس یا ماده‌ی زمینه به الیاف با افزایش ضریب لاغری الیاف افزایش می‌یابد (Stark and Rowlands, 2003).

### ضریب نرمش

در این بررسی میانگین ضریب نرمش برای الیاف برگچه و محور میانی برگ درخت خرما به ترتیب برابر با ۴۶/۵۰ و ۴۲/۲۶ تعیین شد. این میزان در مورد کلزای رقم اکاپی ۵۷/۳۲ (Hemmasi and Pirouz, 2006)، کلزای منطقه شمال ۵۴/۱۸ (Samiei et al. 2005)، کاه گندم ۴۴/۵۱ (Mahdavi et al. 2006)، محور میانی آفتابگردان ۴۰/۵۸ (Rudi et al. 2007) و باگاس ۴۶/۳۷٪ (Hemmasi and Samariha, 2006) گزارش شده است. ضریب نرمش الیاف محور میانی برگ درخت

پسماندی در ساخت کاغذ می‌تواند یکی از راهکارهای جایگزین چوب به عنوان ماده‌ای کمیاب باشد.

### قطر کلی الیاف

میانگین قطر لیف در الیاف برگچه‌های درخت خرما ۱۵/۱۸ میکرون و در مورد الیاف محور میانی برگ ۱۸/۱۰ میکرون اندازه‌گیری شد. میانگین قطر الیاف محور میانی برگ درخت خرما رقم مضافتی نیز ۱۷/۵ میکرون گزارش شده است (Resalati et al. 2009). در مقایسه با گونه‌های چوبی و برخی از گیاهان غیر چوبی، میانگین قطر لیف در الیاف برگ این رقم از خرما پائین است (Hemmasi and Pirouz, 2006). قطر الیاف اندازه‌گیری شده در مورد کاه گندم ۱۴/۵۰ میکرون (Jahan Latibari et al. 2007)، باگاس ۲۰/۹۶ (Hemmasi and Samariha, 2006) و کلزای رقم اکاپی ۲۹/۵ میکرون (Hemmasi and Pirouz, 2006) گزارش شده است. قطر الیاف در کاغذسازی بیان‌کننده انعطاف‌پذیری در فرایند پالایش خمیر کاغذ است. بدین صورت که هر چه الیاف ضخیم‌تر باشند، ضربه‌پذیری بیشتری دارند و مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند.

### ضخامت دیواره‌ی سلولی

ضخامت دیواره سلولی الیاف برگچه‌ها درخت خرما و محور میانی برگ به ترتیب برابر ۴/۰۶ و ۵/۲۳ تعیین شد. ضخامت دیواره‌ی سلولی در الیاف محور میانی برگ درخت خرما رقم مضافتی نیز ۵/۰۳ میکرون گزارش شده است (Resalati et al. 2009). این مشخصه در مورد باگاس ۵/۶۳۸ میکرون (Hemmasi and Samariha, 2006)، کاه گندم ۲/۸۲ میکرون (Moradian et al. 2003)، کاه گندم ۴/۴۸ میکرون (Mahdavi et al. 2006) گزارش شده است. ضخیم بودن دیواره سلولی باعث افزایش تراکم لیف می‌شود و این ویژگی تاثیر مستقیم در ویژگی‌های مقاومتی الیاف دارد. در کاغذسازی و همچنین ساخت چندسازه چوب-پلاستیک، ضخامت دیواره‌ی سلولی بیشتر به دلیل قابلیت تحمل بیشتر نیروهای وارده، مناسب‌تر است (Fakhrian et al. 2000).

درخت خرما رقم مضافتی ۱۳۴/۱۳٪ گزارش شده است (Resalati et al. 2009). هر چه این ضریب بزرگ‌تر باشد، مقاومت کاغذ در برابر پاره شدن بیشتر است (Fakhrian et al. 2003). ضریب محاسبه شده برای الیاف برگ درخت خرما رقم استعمران از ضرایب مربوطه برای بیشتر گیاهان چوبی و غیر چوبی بیشتر است و بدین ترتیب می‌توان انتظار داشت که کاغذهای ساخته شده از الیاف درخت خرما مقاومت بیشتری در برابر پاره شدن از خود نشان بدهند.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری جناب آقای مهندس سعید حاجیان عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور در اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌نمائیم.

خرما رقم مضافتی نیز ۴۲/۸۵ گزارش شده است که همانندی زیادی با گونه استعمران در این بررسی دارد (Resalati et al. 2009). هر چه این ضریب بیشتر باشد، مقاومت‌های کاغذ در برابر گسیخته شدن، ترکیدن و تا خوردن بیشتر می‌شود (Hemmasi and Pirouz, 2006).

### ضریب رانکل

در این بررسی میزان این ضریب برای الیاف برگچه و محور میانی برگ درخت خرما به ترتیب برابر با ۱۱۵ و ۱۳۶/۷۳ تعیین شد. این ضریب برای کلزای رقم اکاپی ۷۰/۹۵ (Hemmasi and Pirouz, 2006)، کلزای منطقه شمال ۸۳/۸۲ (Sefidgaran et al. 2006)، کاه گندم ۱۲۴/۷۹ (Mahdavi et al. 2006)، باگاس ۱۱۶/۰۲ (Hemmasi and Samariha, 2006) و محور میانی آفتابگردان ۹۸/۷۳٪ (Rudi et al. 2007) تعیین شد. ضریب رانکل در مورد الیاف محور میانی برگ

### منابع

- Beygi, B., F. Jafari, and A. Jafari. 1988. Feasibility of using Date palm derivatives in nation industries. Research Report. Iran Date Palm and Tropical Fruits Research Publication. 23pp. (In Persian).
- Dehghani-Firoozabadi, M. R., A. Jahan-Latibari, and A. Kargarfard. 1999. An investigation on pulp from Date palm frond. Pajouhesh & Sazandegi, 10(36):54-59. (In Persian).
- Edalatian, M. R., and A. Fazlara. 2008. Evaluation of microbial characteristics of Stamaran cultivar dates during storage in 1384. JFST 5(3):45-52. (In Persian).
- Fakhrian Roghani, A., A. Hoseinzade, and F. Golbabaei. Investigation on the properties of eucalyptus microtheca wood for papermaking. 2000. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 106-43 :( 13). (In Persian).
- Fuada .M.A., Socio-economic consideration in the Deelopment of jungle to Oil Palm. 1999. Malaysian Oil Palm Grower,s Council, pp. 41-53.
- Hajian, S. 2007. Strategic plan report of nation Date palm research. Iran Date Palm and Tropical Fruits Research Publication. Vol. 3, 82pp. (In Persian).
- Han, J.S. 1998. Properties of nonwood fibers. Fiber Property Comparison at the TAPPI 1998 North American Nonwood Symposium at Atananta: 17-18.
- Han, J.S., T. Mianoywski, Y. Lin., 1999. Validity of paint fiber length measurement- A review of fiber measurement based on Kenaf as a model. Mississippi State University. Pp. 149-167.

- Hemmasi, A. H., and A. Samariha. 2006. Effect of refining on mechanical properties of papers produced from baggase by NSSC process. *Journal of Agricultural Sciences*, 11(3):69-78. (In Persian).
- Hemmasi, A. H., and M. M. Pirouz. 2006. Study of anatomical and chemical properties of colza straw. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(3):647-657. (In Persian).
- Hoseynzadeh, A. 2005. Investigation and determining relation between chemical treatment conditions and peroperties of pulp and soda paper from Bagasse. M.Sc. Thesis. Tehran University. Faculty of Natural Resources. 105pp. (In Persian).
- Jahan Latibari, A., E. Hoseini, H. Resalati, and A. Fakhrian. 2007. A determination of the optimum NSSC pulping condition of wheat straw for corrugated medium production. *Iranian J.Natural Res.*, 59(4):903-919. (In Persian).
- Khademi, R., R. Behseresht, and N. Farrar. 2006. Suitable methods for plant residue managing in Iran's Palm grove. Bushehr Province Agricultural & Natural Resource Research Center. 23pp.
- Klotz, L.H. 1978. Observation on diameters of vessels in stems of palms. *Principes*. 22: 99-106
- Klysov, A. A. 2007. *Wood-Plastic Composites*. A John Willey and Sons, INC., publication, Wiley-Interscience. 698 pp.
- Mahdavi, S., M. Habibi, and H. Kermanian. 2006. Investigation of properties of ethanol-alkali, kraft and soda pulps prepared from wheat straw. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 21(2):105-114. (In Persian).
- Maldas, D., and B. R. Kokta, 1990. Effect of extreme conditions on the mechanical properties of wood fiber polystyrene composites II . Sawdust as a Reinforcing Fillers. *J. Polymer-Plastic Technology Engineering* 20(182): 115-119.
- Marandi, S.M., M.H. Bagheripour, R. Rahgozar, and H. Zare. 2008. Strength and ductility of randomly distributed palm fibers reinforced silty-sand soils. *American Journal of Applied Sciences* 5 (3): 209-220. (In Persian).
- Moradian, M. H., A. Jahan-Latibari, H. Resalati, and A. Fakhrian. 2003. Investigation on CMP pulping of wheat straw. *Iranian J.Natural Res.*, 56(4):479-493. (In Persian).
- Muniandy, R., H. Jafari-Ahangari, R. Yunus, and S. Hassim. 2008. Determination of rheological properties of bio mastic asphalt. *American J. of Engineering and Applied Sciences* 1 (3): 204-209.
- Narmashiri, K., M.R. Sohrabi, and F. Raoufi. 2005. The effects of Date palm frond mixing on the pressure resistance of concrete. Ministry of Housing and Urban Development, Construction and Housing Affairs Development. The Second Concrete & Development International Conference, pp. 71-79. (In Persian).
- Osswald, T. A. 1999. Fundamental principles of polymer composites: Procesing and design. In Proc. 5th International Conference on Wood Fiber-Plastic Composites; May 26-27, 1999. Madison, WI.
- Resalati, H., H. Sadeghifar, and M. Tabarroki. 2009. Determination of the fiber physical and chemical properties and soda pulping from date palm leaves in Iran. *Iranian J.Natural Res.*, 61(4):943-952. (In Persian).
- Rodriguez, A., L. Serrano, A. Moral, A. Perez, and L. Jimenze, 2008. Use of high-boiling point organic solvents for pulping oil palm empty fruit bunches. *Bioresource Technology* 99(6): 1743-1749.

- Rudi, H., H. Resalti, and R. Behrooz Eshkiki. 2007. The effects of using sunflower stalk NSSC pulp on the properties of fluting paper from hardwood NSSC pulp. *Iranian J.Natural Res.*, 60(2):617-625. (In Persian).
- Salehi, K., A. Jahan Latibari, and A. Hoseinzade. 2000. Investigation and determining properties of high yield chemical-mechanical pulp from bagas. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 90-1:(10). (In Persian).
- Salehi, K., A. Hoseinzade, and H. Familian. 2003. Investigation of Cotton wood stem fundamental properties to utilizing in Cellulosic industry. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 18(2):239-266. (In Persian).
- Samiei, L., A. Khalighi, M. Kafi, S. Samavat, and M. Arghavani. 2005. An investigation of substitution of peat moss with palm tree celluloid wastes in growing aglaonema (*Aglaonema commutatum* Cv. silver queen). *Iranian, J. Agric. Sci.* 36(2):503-510. (In Persian).
- Sefidgaran, R., H. Resalti, and S. Kazemi-Najafi. 2006. A study of the potentials of producing soda pulps from colza straw for making fluting paper. *Iranian J.Natural Res.*, 59(2):433-445. (In Persian).
- Shakeri, A., and S. A. Hashemi. 2004. Mechanical and morphological properties of pulp paper reinforced-HDPE composites. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 9(3): 171-183. (In Persian).
- Sheykhi, P. 2004. Investigation of production possibility of newspaper pulp from Bagas with using APMP method. M.Sc. Thesis. Tehran University. Faculty of Natural Resources. 133pp. (In Persian).
- Stark, N. M., and R. E. Rowlands. 2003. Effects of wood fiber characteristics on mechanical properties of wood/polypropylene composites. *J. Wood and Fiber Science*, 35(2), 2003, pp. 167-174.

Archive of SID

## Study of Anatomical and Chemical Properties of Date Palm Tree Leaf, Stamaran Cultivar

S. M. Mirmehdi<sup>1\*</sup>, A. Omidvar<sup>2</sup> and M. Madhoushi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> MSc. Graduate, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I.R, Iran

<sup>2</sup> Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I.R. Iran

<sup>3</sup> Assistant Prof., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, I.R. Iran

(Received: 05 October 2009, Accepted: 05 May 2010)

### Abstract

The anatomical and chemical properties of date palm tree fronds (leaves), which are gathered from date palm tree annual pruning, were investigated in this study. The palm used in this research was Stamaran or Sayer cultivar, which is the most predominant cultivar in Khuzestan province. To study the anatomical and chemical properties of the palm frond, the TAPPI standard was used. Leaf Stalk fiber length, diameter, lumen diameter, and cell wall thickness were measured at 1393.66  $\mu\text{m}$ , 18.1  $\mu\text{m}$ , 7.65  $\mu\text{m}$ , and 5.23  $\mu\text{m}$  respectively and leaflet fibers were measured at 1413.71  $\mu\text{m}$ , 15.18  $\mu\text{m}$ , 7.06  $\mu\text{m}$ , and 4.06  $\mu\text{m}$  respectively. Chemical composition was measured for both leaflet and leaf stalk. Chemical composition of the leaf stalk was as follows: cellulose 38.26%, lignin 22.53%, hemicellulose 28.17%, extractives 5.08%, and ash 5.96%. Chemical composition of the leaflet was as follows: cellulose 40.21%, lignin 32.2%, hemicellulose 12.8%, extractives 4.25%, and ash 10.54%. The slenderness ratio, flexibility ratio, and raunkel ratio calculated in Leaf Stalk was 77, 42.26%, and 136.73% respectively and in Leaflet was 93.13, 46.5%, and 115% respectively. It is important to know about these parameters for making composite products.

**Keywords:** Date Palm, Stamaran cultivar, Chemical Properties, Anatomical properties, Wood-Plastic composite

\*Corresponding author: Tel: +98 912 4378093 , Fax: +98 261 2249311 , E-mail: mohamadmirmehdi@yahoo.com