

سعید مهدوی<sup>۱</sup>، مسعودرضا حبیبی<sup>۲</sup>، عباس فخریان<sup>۲</sup> و کامیار صالحی<sup>۲</sup>

\*۱- مسئول مکاتبات، استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، smahdavi@rifr-ac.ir

۲- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۷

## چکیده

توسعه سریع کشت کلزا با توجه به سیاست وزارت جهاد کشاورزی برای تأمین روغن خوراکی کشور در حال انجام است. کمبود شدید مواد لیگنوسلولزی از یک طرف و میزان رو به افزایش پسماند سلولزی کلزا در کشور از طرف دیگر، لزوم این بررسی را ایجاب نموده است. با توجه به آزمایشهای اولیه سازگاری و بازده تولید بذر ارقام مختلف کلزا در استان مازندران، دو رقم هایولا ۴۰۱ و PF برای این بررسی انتخاب شده و ابعاد الیاف شامل طول و قطر فیبر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی، جرم مخصوص خشک و بحرانی و نیز مقادیر ترکیب شیمیایی تشکیل دهنده الیاف اندازه‌گیری شدند. نتایج بدست آمده حکایت از این است که از هر هکتار زمین کشت شده کلزا، حداقل ۴ تن ساقه خشک برجای می‌ماند. دو رقم مورد بررسی از نظر قطر الیاف، قطر حفره سلولی، خاکستر و مواد استخراجی با هم اختلاف معنی‌داری دارند. ساقه کلزا به عنوان یک ماده لیگنوسلولزی مورد استفاده برای کاغذسازی از نظر پنج ویژگی شامل ارزیابی گیاه شناختی، ابعاد الیاف، بازده جداسازی الیاف، ترکیب شیمیایی و ویژگیهای ظاهری، ارزش ۱۰ را کسب می‌کند که این امر انجام مطالعات بیشتر را برای اظهارنظر قطعی ضروری می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: ساقه کلزا، ابعاد الیاف، جرم مخصوص، ترکیب شیمیایی.

## مقدمه

کشورهای در حال توسعه در روند استقرار صنعت ملی تولید کاغذ مواجه با مشکلات زیادی از جمله فقر فناوری تولید و کمبود ماده اولیه سلولزی هستند. اغلب کشورهای در حال توسعه از جنگلهای طبیعی مناسب برای تولید خمیر کاغذ برخوردار نمی‌باشند. بنابراین مجبور به استفاده از منابع غیر متداول سلولزی نظیر گیاهان غیرچوبی و پسماند کشاورزی هستند. گونه‌های گیاهی بسیاری به عنوان منابع فیبری مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. اگرچه، ممکن است محصولات حاصل از آنها خواص مطلوبی داشته باشند، اما به علت عدم صرفه اقتصادی،

تعداد نسبتاً اندکی از آنها به طور تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای تجاری شدن، باید یک ذخیره قابل اطمینان و کافی از مواد خام وجود داشته باشد که با حداقل فساد بخوبی انبار شود. بدلیل حجیم بودن پسماندهای غیر چوبی، نزدیکی به کارخانه برای پایین نگاه داشتن هزینه های انتقال ضروری است. الیاف باید یکنواخت بوده و کیفیت خوبی داشته باشند. از آنجایی که آماده سازی الیاف برگ و میوه نیاز به نیروی انسانی دارند، به منظور کاغذسازی احتمالاً گسترش اندکی خواهند داشت. Atchison (۱۹۹۴) معتقد است، بدلیل امکان دسترسی به حدود ۲/۵ میلیارد تن پسماندهای محصولات زراعی،

استفاده از کاه و گیاهان لیفی قابل تجدید بطور سالانه، بزرگترین فرصت را برای گسترش استفاده از الیاف پسماندهای کشاورزی در بلند مدت پیش آورد [6]. Rowell و همکاران (۱۹۹۷) ضمن اشاره به اهمیت ضریب درهم رفتگی الیاف (نسبت طول به قطر الیاف)، کاه گندم و برنج را به ترتیب با ضرایب ۱۱۰ و ۱۷۰ از این نظر مطلوب می‌دانند. درجه بندی توسط این محققان برای ارزیابی منابع بالقوه الیاف کاغذسازی انجام شده است که در آن پنج مورد به شرح جدول ۱، ملاک این درجه‌بندی

هستند. ارزیابی گیاه شناختی منابع سلولزی غیرچوبی بر اساس قابلیت سازگاری و تطابق گونه برای رشد در آمریکای شمالی بوده است. برای ترکیب شیمیایی هر گونه، میزان سلولز خام و آلفا سلولز به ترتیب از ارزش زیاد (۱) تا کم (۳) ملاک می‌باشند. ابعاد فیبر گونه‌ها نیز با سه ارزش ۱ تا ۳ مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند که گیاه با طول فیبر بیشتر از یک میلی‌متر ارزش ۱ و کمتر از ۰/۷۵ میلی‌متر ارزش ۳ را به خود اختصاص می‌دهد.

جدول ۱- منابع بالقوه الیاف کاغذسازی، درجه بندی تک لپه‌ایها

						(Zea mays)
						(Sorghum almum)
						(Arundo donax)
						(Stipa coronata)

[8]

بازرسی مستقل بر اساس یک بازرسی کیفی ظاهری و تخمین فیزیکی است که توسط پنج متخصص با در نظر گرفتن مقاومت الیاف، سختی و طبیعت فیبری هر گونه به صورت: ۱- امید بخش ۲- قابل بحث ۳- غیرقابل قبول درجه بندی شده است. گونه با بازده جداسازی الیاف بیش از ۵۰٪ ارزش ۱ و کمتر از ۴۰٪ ارزش ۳ را به خود اختصاص می‌دهد. با جمع کردن ارزشهای محاسبه شده در هر زمینه یک ارزش کلی حاصل می‌شود. گونه‌های با ارزش ۸ یا کمتر به عنوان مواد مناسب برای خمیرسازی در نظر گرفته شدند که شایستگی انجام مطالعات بیشتر را دارند. موادی که ارزش آنها ۹ تا ۱۰ بود، تا حدی قابل قبول بودند و انجام مطالعات بیشتر را توجیه می‌کردند. مواد با ارزش ۱۱ و بیشتر غیر قابل قبول ارزیابی شدند [9]. بر اساس گزارشهای موجود، مصرف سرانه روغن خوراکی کشورمان برای هر نفر حدود ۱۶ کیلوگرم برآورد شده است و نیاز داخلی حدود یک میلیون تن می‌باشد که

سالیانه بیش از ۹۱٪ آن از خارج وارد می‌شود [۲]. در سال ۱۳۸۵ وزارت جهاد کشاورزی طی برنامه توسعه کشت کلزا، سطحی بالغ بر ۱۴۵۰۰۰ هکتار را به کشت این گیاه اختصاص داده است [۱]. با توجه به ویژگیهای اکولوژیک مناطق مختلف، ارقام متفاوتی از کلزا در کشور کشت می‌شود. میانگین عملکرد این ارقام حدود ۱/۶-۱/۵ تن می‌باشد که بر اساس شاخص برداشت میزان پسماند این گیاه حدود ۶-۴ تن می‌باشد و طبق نظر کارشناسان کشاورزی بدلیل کم بودن ارزش غذایی برای تغذیه دام مناسب نیست. همان طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، میزان همه مواد قابل هضم کاه کلزا از کاه گندم و جو نیز کمتر است. Oktav و همکاران (۱۹۸۷) تأکید می‌کنند که استفاده از پسماند کلزا بدلیل پایین بودن ارزش غذایی، برای خوراک دام توصیه نمی‌شود [۴].

در سال ۱۳۸۵ تولید شده است که رقم قابل توجهی بوده و با توجه به سیاست وزارت جهاد کشاورزی همواره رو به افزایش خواهد بود.

Rice (۱۹۹۳) با اشاره به زیر کشت بردن ۴۱۷۰۰۰ هکتار از مزارع بریتانیا به کلزا، میزان پسماند حاصل را ۲ میلیون تن پیش‌بینی می‌کند. وی امکان ساخت تخته از پسماند کلزا را در مقیاس نیمه صنعتی موفق دانسته و معتقد است ورق کاغذ خوبی را می‌توان از این پسماند ساخت [8].

از طرف دیگر، با توجه به اینکه کشت کلزا به عنوان تناوب کشت اهمیت ویژه‌ای دارد، کمبود وقت برای کشت بعدی سایر محصولات کشاورزی، عملاً استفاده از پسماند کلزا را برای حاصلخیز کردن خاک متغی می‌سازد. در نتیجه، از دیدگاه کشاورز، این پسماند هر چه سریع‌تر باید از زمین خارج شود که برای رفع این معضل اقدام به سوزاندن آن می‌شود.

در این تحقیق با توجه به محاسبات انجام شده (تولید ۴ تن پسماند کلزا در هکتار) حدود ۵۸۰/۰۰۰ تن پسماند

جدول ۲- مقایسه قابلیت هضم کاه گندم، جو و کلزا

(%) TDN	(%)	ADF <sup>1</sup> (%)	(%)CF	(%)	(%)CP	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	

[ ]

Acid detergent fiber -

تحقیقات کشاورزی باغ کلا واقع در ۱۵ کیلومتری شهر ساری انجام شد. پس از توزین نمونه‌ها با داشتن مساحت هر کرت، متوسط وزن پسماند خشک کلزا در هر هکتار در حدود ۴/۳ تن محاسبه شد. آماده سازی نمونه‌ها شامل جداسازی برگ‌ها و پیت و اندازه‌گیری آنها برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف و جرم مخصوص و نیز تبدیل به آرد برای اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی انجام شد. پس از جداسازی الیاف به روش فرانکلین (۱۹۵۰)، ابعاد الیاف شامل طول و قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی برای یکصد و بیست لیف از هر نمونه توسط میکروسکوپ نوری مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بازده الیاف نیز پس از آگیری و توزین آنها، اندازه‌گیری شد.

در مورد ویژگیهای اساسی پسماند کلزا (ویژگیهای آناتومی، فیزیکی و شیمیایی) در منابع خارجی مطلبی یافت نشد. سفیدگران و همکاران (۱۳۸۵) بدون اشاره به رقم نمونه برداشت شده کلزا در استان مازندران، میزان ترکیب شیمیایی کلزا شامل سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر را به ترتیب ۰/۸۱۲، ۰/۱۷/۶، ۰/۴۱/۱، ۰/۶/۲۴٪ گزارش نموده است. وی به لحاظ ترکیب شیمیایی، کاه برنج را در مقایسه با کلزا مطلوب‌تر می‌داند [۳].

## مواد و روشها

نمونه‌برداری از دو رقم متداول کشت شده در استان مازندران شامل، ارقام PF و هایولا ۴۰۱<sup>۱</sup> از ایستگاه

2- Projection light microscope

1-Hayolla 401

اندازه‌گیری خاکستر: Tappi standard, T211 om-85  
 به منظور مقایسه میانگین ویژگی‌های مربوط به  
 ویژگی‌های دو رقم کلزا، از آزمون t با واریانس نابرابر  
 استفاده شد. نرم افزار مورد استفاده برای این مقایسه  
 SPSS بود.

### نتایج

میانگین ابعاد الیاف ساقه دو رقم کلزا و ضرایب  
 بدست آمده از این ابعاد و مقایسه آماری آنها در جدول ۳  
 آورده شده است.

اندازه‌گیری جرم مخصوص خشک ( $\frac{m}{V}$ ) و  
 بحرانی ( $\frac{m}{V}$ ) دو رقم کلزا با استفاده از اندازه‌گیری حجم  
 خشک و مرطوب نمونه‌ها به روش ارشمیدس انجام شد.  
 محاسبه درصد واکنشیدگی حجمی نمونه‌ها نیز با استفاده از  
 فرمول مربوطه انجام شد.

برای اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی ساقه کلزا از  
 روشهای زیر استفاده شد.

اندازه‌گیری سلولز: روش کروشنر (Crushner) به نقل  
 از کتاب فنگل (Fengel) (۱۹۸۹)

اندازه‌گیری لیگنین: Tappi standard, T222 om-88

اندازه‌گیری مواد استخراجی محلول در

استن: Tappi standard, T204 om-88

جدول ۳- میانگین ابعاد الیاف ساقه دو رقم کلزا و ضرایب بدست آمده همراه با مقایسه آماری

t	رقم PF				رقم هایولا ۴۰۱				( )
	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	$\sigma_{n-1}$	
n.s.	/	/	/	/	/	/	/	/	(mm)
	/	/	/	/	/	/	/	/	( $\mu$ )
	/	/	/	/	/	/	/	/	( $\mu$ )
n.s.	/	/	/	/	/	/	/	/	( $\mu$ )
n.s.	/	/	/	/	/	/	/	/	
	/	/	/	/	/	/	/	/	
	/	/	/	/	/	/	/	/	

=  $\sigma_{n-1}$

%

=

= n.s.

اختلاف معنی داری با رقم هایولا وجود ندارد، بیشتر  
 است.

به منظور ارزیابی و مقایسه بازده الیاف ساقه دو رقم  
 کلزا، الیاف نمونه‌های تیمار شده با اسید استیک و پراکسید  
 هیدروژن به روش فرانکلین پس از شستشو در گرمخانه

نتایج بدست آمده از جدول فوق مؤید عدم وجود  
 اختلاف معنی دار بین طول، ضخامت دیواره سلولی و  
 ضریب درهم رفتگی الیاف می‌باشد. این در حالی است که  
 به دلیل وجود اختلاف معنی‌دار بین قطر الیاف و حفره  
 سلولی دو رقم کلزا، اختلاف بین ضرایب مقاومت به  
 پارگی و انعطاف پذیری نیز در سطح ۱٪ احتمال معنی‌دار  
 می‌باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود ابعاد الیاف رقم  
 PF به استثناء ضخامت دیواره سلولی که در آن نیز

(Oven) خشک و سپس توزین شدند که میانگین سه تکرار در جدول ۴ قابل مشاهده می‌باشد. مقدار t بدست آمده حکایت از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین بازده الیاف دو رقم دارد.

جدول ۴- مقایسه آماری میانگین بازده الیاف ساقه دو رقم کلزا

t	PF									
	$\sigma_{n-1}$					$\sigma_{n-1}$				
n.s.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

= n.s.

دو رقم کلزا اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. مقایسه واكشیدگی حجمی دو رقم مورد بررسی نیز حکایت از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین آنها دارد.

در جدول ۵ میانگین جرم مخصوص خشک و بحرانی دو رقم کلزا و مقایسه آماری آنها بوسیله آزمون t آورده شده است. بین میانگین جرم مخصوص خشک و بحرانی

جدول ۵- میانگین جرم مخصوص ساقه و واكشیدگی حجمی دو رقم کلزا و مقایسه آماری

t	PF										
	$\sigma_{n-1}$					$\sigma_{n-1}$					
n.s.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	(g/cm <sup>3</sup> )
n.s.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	(g/cm <sup>3</sup> )
n.s.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	(%)

=  $\sigma_{n-1}$

%

=

= n.s.

سلولز و لیگنین دو رقم کلزا اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰.۵٪ وجود ندارد، ولی بین مقادیر مواد استخراجی و خاکستر اختلاف معنی‌داری به ترتیب در سطح ۰.۱٪ و ۰.۵٪ احتمال وجود دارد.

میانگین ترکیب شیمیایی ساقه دو رقم کلزا شامل سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در استن و خاکستر در جدول ۶ آورده شده است. بین میانگین درصد

جدول ۶- میانگین ترکیب شیمیایی ساقه دو رقم کلزا و مقایسه آماری

PF											
t	$\sigma_{n-1}$					$\sigma_{n-1}$					
n.s.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	(%)	
n.s.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	(%)	
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	(%)	
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	(%)	
	= $\sigma_{n-1}$					%	= n.s.				

## بحث

گرفتن کلیه موارد مرتبط با ابعاد الیاف، ارزش این گیاه ۲ ارزیابی می‌شود. همچنین با توجه به کمتر بودن بازده جداسازی الیاف از ۴۰٪، از نظر این صفت نیز در مقام سوم قرار دارد.

دو رقم مورد بررسی از نظر جرم مخصوص خشک و بحرانی و نیز واکنش‌پذیری ضخامتی اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

مقایسه ترکیب شیمیایی دو رقم (جدول ۶) حکایت از عدم وجود اختلاف معنی‌داری بین مقدار پلیمرهای مهم سلولز و لیگنین دارد که از نقش اساسی در کاغذسازی برخوردارند. در مجموع، رقم هایولا ۴۰۱ به لحاظ دارا بودن مواد استخراجی و خاکستر کمتر می‌تواند نسبت به رقم PF ارجحیت داشته باشد. از نظر ترکیب شیمیایی، این گیاه برای کاغذسازی ارزش ۲ را دارد.

با توجه به طبیعت و سختی ظاهری الیاف، میزان پیت و نسبت الیاف این ماده نیز ارزش ۲ را دارد. نتیجه ارزیابی ساقه کلزا به عنوان یک ماده لیگنوسلولزی قابل استفاده برای کاغذسازی با در نظر گرفتن موارد فوق منجر به احراز ارزش کل ۱۰ می‌شود که انجام مطالعات بیشتر را برای اظهار نظر قطعی ضروری می‌سازد. ساقه کلزا در مقایسه با ساقه گندم (مهدوی، ۱۳۷۳) دارای ابعاد الیاف بیشتر، سلولز، مواد استخراجی و خاکستر کمتر و لیگنین بیشتری است. از نظر قابلیت هضم مواد تشکیل دهنده

کلزا از خانواده خردل بوده و بصورت وحشی جزء گیاهان بومی ایران محسوب می‌شود که کشت ارقام اصلاح شده آن بسرعت در حال توسعه می‌باشد. با توجه به سازگاری مناسب و توسعه سریع کشت کلزا در کشور، از نظر ارزیابی گیاه شناختی، این ماده ارزش ۱ را می‌تواند کسب کند. نتایج مربوط به اندازه‌گیری ابعاد الیاف نشان می‌دهد که هر دو رقم کلزا از پراکنش گسترده مقادیر ابعاد الیاف برخوردارند. به عنوان مثال، حداکثر طول الیاف ۶ تا ۷ برابر حداقل طول الیاف می‌باشد. محاسبات آماری نشان می‌دهد که عدم یکنواختی در توزیع فراوانی ابعاد الیاف از قبیل قطر حفره سلولی، منجر به افزایش مقادیر کشیدگی و چولگی شده و منحنی را به حالت غیر نرمال نزدیک می‌سازد که این پدیده موجب افت ارزش ماده برای ساخت کاغذ می‌شود. پایین بودن ضریب درهم رفتگی الیاف، نسبت به کاه غلات و پهن برگان (با ضریب ۸۵) نیز می‌تواند از این ارزش بکاهد. حداقل طول فیبر لازم برای تولید کاغذ با خواص مقاومتی قابل قبول، به عوامل بسیاری بستگی دارد. به علاوه طول فیبر به طور مستقیم با خواص مقاومتی کاغذ در ارتباط نیست [9]. مقایسه ابعاد الیاف دو رقم نشان می‌دهد که ارجحیت نسبی یک رقم را بر دیگری نمی‌توان به وضوح اعلام نمود. با در نظر

گلستان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی و امور دام استان گلستان.

مهدوی، س.، ۱۳۷۳. بررسی تولید خمیرکاغذ از کاه گندم به روش حلال آلی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گرگان.

Atchison, J.E., 1994. Present status and future prospects for use of non-wood plant fibers for paper grade pulps, Presentation at American Forest & Paper Association (AF&PA) 1994 Pulp and Fiber Fall Seminar, Tucson, AZ, 1994.

Fengel, D., and Wegener, G., 1989. Wood, Chemistry, Ultrastructure, Reactions, Walter de Gruyter & Co., Berlin.

Rice, T., 1995. Briefing sheet, Out of the woods, Reducing Wood Consumption to Save the World's Forests, Friends of the Earth Ltd.

Rowell, R.M., Young, R.A. and Judith, K. Rowell, 1997. Paper and composites from Agro-based resources, Lewis publishers.

Tappi test methods, 2001. Technical association of the pulp and paper industry, Tappi press.

برای تعلیف گوسفند نیز در سطح پایین تری نسبت به کاه گندم و جو قرار دارد.

### منابع مورد استفاده

دفتر طرح دانه های روغنی، ۱۳۸۴. برنامه ده ساله توسعه کشت کلزا در ایران، وزارت جهاد کشاورزی

رودی، د.، رحمان پور، س. و جاویدفر، ف.، ۱۳۸۲. زراعت

کلزا، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر،

معاونت ترویج و نظام بهره برداری، وزارت جهاد

کشاورزی

سفیدگران، ر.، رسالتی، ح. و کاظمی نجفی، س. ۱۳۸۵. بررسی

قابلیت تولید خمیرکاغذ سودا از ساقه کلزا برای ساخت

کاغذ فلوتینگ، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۹ (۲): ۴۴۷-

۴۳۳

کاوایان، ع.، ۱۳۸۶. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی تعیین قابلیت

هضم بقایای محصولات کشاورزی و صنایع غذایی استان

## Comparative Study on Fiber Dimension, Density and Chemical Components of Two Varieties of Rapeseed Straw

Mahdavi, S.<sup>1</sup>, Habibi, M.R.<sup>2</sup>, Fakhryan, A.<sup>2</sup> and Salehi, K.<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, Ph.D., Wood and Paper Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Iran, E-smahdavi@rifr-ac.ir

2- MSc., Wood and Paper Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Iran,

Received: Jan. 2008 Accepted: May, 2008

### Abstract

Oil seed rape (*Brassica napus*) planting is increasing as the Iranian Ministry of Agriculture Jihad policy to provide supply of oil food in Iran. The objective of this study is utilization of rapeseed straw as a considerable raw material for paper industry whereas there is shortage of lignocellulosic material in Iran. Sampling was carried out from two varieties of oil seed rape, Hiola 401 and PF, based on initial compatibility experiments and yield in Mazandaran province from *Baye-colla* research station. The results show that at least 4 ton/hect. oven dry rapeseed straws are available. There were significant differences between fiber width, lumen diameter, ash and extractive contents in two varieties. Rapeseed straw as a lignocellulosic material was achieved at 10 score according to the five characteristics consisting of phytology, fiber dimension, fiber yield, chemical components and appearance feature. This means more studies are necessary to make a final assessment.

**Key words:** Rapeseed straw, Fiber dimension, Density, Chemical components