



## بررسی ویژگی‌های شیمیایی و آناتومی ساقه کلزا

امیر هومن حمصی

استادیار گروه مهندسی صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

محمد مهدی پیروز

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

### چکیده

این مطالعه با هدف بررسی خواص آناتومیک و شیمیایی ساقه گیاه روغنی کلزا<sup>۱</sup> انجام گرفته است. نمونه کلزای مورد استفاده، رقم «اکاپی»<sup>۲</sup> می‌باشد که از مرکز اصلاح بذر کرج تهیه گردیده است. برای بررسی خواص آناتومیک و شیمیایی الیاف کلزا از استاندارد «تاپی»<sup>۳</sup> استفاده شد. متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف کلزا به ترتیب برابر ۰/۸۲ میلی‌متر، ۲۹/۵، ۱۶/۹ و ۶ میکرون تعیین شد. میزان سلولز ۴۳ درصد، لیگنین ۱۹/۳، مواد استخراجی ۶/۵ و خاکستر ۷/۳ درصد اندازه‌گیری شد. میزان ضریب درهم رفتگی (لاغری)، ضریب انعطاف‌پذیری (نرمش) و میزان ضریب رانکل (مقاومت به پارگی) محاسبه شده در مورد کلزا به ترتیب ۲۷/۷۸ و ۵۷/۳۲ و ۷۰/۹۵ درصد بدست آمد. به طور کلی نتایج حاصله حاکی از آنست که با توجه به مشخصات الیاف این گونه غیر چوبی و مقایسه آن با سایر مواد اولیه موجود، می‌توان استفاده از آن را به منظور تولید خمیر کاغذ توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: کلزا، رقم اکاپی، خواص آناتومیک، خواص شیمیایی و ضرایب بیومتری.

### مقدمه

کاغذ و محصولات کاغذی به عنوان یکی از کالاهای مصرفی، نقش مهمی در زندگی انسان‌ها ایفا می‌کنند. امروزه مصرف کاغذ به عنوان شاخصی از پیشرفت فرهنگی و اجتماعی جوامع متمدن مطرح می‌گردد. اولین کاغذها در چین، ایران و بین‌النهرین تولید شدند و پس از آن صنعت کاغذسازی به تدریج در اروپا گسترش یافت. اولین نمونه‌های کاغذی، از منابع لیگنوسلولزی غیر چوبی تهیه شد و پس از آن، چوب به عنوان ماده اولیه در تولید کاغذ مورد استفاده قرار گرفت. با افزایش جمعیت و با شناخت بیشتر نسبت به نقش جنگل در حفظ محیط زیست، بشر مجدداً به مواد اولیه لیگنوسلولزی غیر چوبی روی آورد که در این میان ضایعات

1. Brassica napus  
2. Ocapie  
3. TAPPI

کشاورزی نقش عمده را بازی می‌کند. امروزه خودکفایی در تولید محصولات کاغذی، یکی از اهداف مورد توجه دولت‌هاست. کشور ایران با توجه به شرایط خاص اقلیمی و وضعیت ناگوار جنگلهای صنعتی نمی‌تواند برنامه‌ریزی گسترده‌ای برای استفاده از منابع لیگنوسلولزی چوبی در تولید محصولات کاغذی انجام دهد. بنابراین عمده سیاستهای تولید بر روی استفاده از ضایعات کشاورزی و گیاهان سریع‌الرشد متمرکز گردیده است (۵). در راستای اجرای این سیاستها، ساقه گیاه کلزا به عنوان یکی از انواع ضایعات کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است.

بر اساس اطلاعات سازمان خواروبار جهانی «فائو»<sup>۱</sup>، در سال ۲۰۰۰ سطح زیر کشت کلزا در جهان ۲۶۸۴۴۶۷۸ هکتار بوده است. در یک دوره ۱۰ ساله از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ میلادی، سطح زیر کشت کلزا در جهان ۳۴/۵٪ افزایش داشته است. در حال حاضر کلزا در چین، کانادا، هند و کشورهای اروپایی (فرانسه، انگلستان، آلمان) در سطح وسیعی تولید می‌شود (۶). طی سالهای ۸۲-۱۳۸۱، سطح زیر کشت کلزا در ایران ۷۴۵۳۶ هکتار بوده است که استانهای مازندران و گلستان با ۴۶۹۳۵ هکتار، بیش از ۶۵٪ سطح زیر کشت را بخود اختصاص داده‌اند. پنج استان اول کشور از نظر مقدار تولید به ترتیب عبارت از گلستان، مازندران، فارس، خوزستان و اردبیل می‌باشد (۲).

با توجه به رشد روز افزون کشت کلزا در ایران و توجه خاص به این گیاه در طی سالهای اخیر و عدم استفاده از پسماندهای آن (پس از برداشت و استفاده از دانه‌های روغنی آن جهت روغن‌گیری) که حتی مورد استفاده دام نیز قرار نمی‌گیرد، گیاه کلزا به عنوان منبع جدید لیگنوسلولزی (غیر چوبی) به منظور ساخت کاغذ مورد بررسی قرار گرفته است. با در نظر گرفتن اینکه گیاه کلزا به عنوان کشت دوم در زمین‌های کشاورزی شمال کشور مطرح بوده (پس از برنج) و به طور مستمر تولید می‌شود، این تحقیق امکان استفاده از پسماندهای کلزا را به عنوان یک منبع جدید الیاف لیگنوسلولزی به منظور تولید خمیر و کاغذ مورد بررسی قرار داده است.

در زمینه مطالعات مربوط به ترکیبات شیمیایی و آناتومیکی برخی از منابع غیر چوبی، سفیدگران، راحله (۱۳۸۲)، مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر ساقه گیاه کلزا را به ترتیب ۴۱/۱ و ۱۷/۶ و ۸/۱۲ و ۶/۲۱ درصد گزارش نموده است. در این گزارش متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی ساقه کلزا به ترتیب برابر ۰/۹۵۸ میلی‌متر، ۲۳/۰۲، ۱۲/۵ و ۵/۲۶ میکرون ذکر شده است. همچنین ایشان ضرایب بیومتریکی ساقه کلزا، از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل را به ترتیب ۵۰/۵۱، ۵۴/۱۸ و ۸۳/۸۲ درصد گزارش نموده است (۸).

مهدوی (۱۳۷۷) مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر کاه گندم را به ترتیب ۵۳/۰۶، ۱۸/۲۹، ۳/۶ و ۵/۵ درصد گزارش نموده است. در گزارش ایشان متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی کاه گندم به ترتیب برابر ۱/۱ میلی‌متر، ۱۹/۶۳، ۸/۱۲ و ۶/۰۸ میکرون ذکر شده است. همچنین ضرایب بیومتریکی از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل، به ترتیب معادل ۷۰/۹۲، ۴۴/۵۱، ۱۲۴/۷۹ درصد تعیین شد (۵).

ثمربها، احمد (۱۳۸۴) مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر باگاس را به ترتیب ۵۶، ۲۰/۵۰، ۲/۲ و ۱/۸۵ درصد گزارش نمود. در گزارش ایشان متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی باگاس به ترتیب برابر ۱/۵۹۴ میلی‌متر، ۲۰/۹۶، ۹/۷۱۹ و ۵/۶۳۸ میکرون تعیین شده است. همچنین نامبرده ضرایب بیومتریکی باگاس از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل را به ترتیب ۷۶/۰۵، ۲۶/۳۷ و ۱۱۶/۰۲ گزارش نموده است (۱).

در گزارش فخریان (۱۳۷۷) مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر کلش برنج به ترتیب ۴۹/۲۶، ۱۸/۵۵، ۴/۰۴ و ۴ درصد گزارش شده است (۵). ایشان متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی کلش برنج منطقه خمام را به ترتیب برابر ۰/۷۷ میلی‌متر، ۱۲/۱۷، ۳/۸۷ و ۴/۴ میکرون تعیین نمود. در این مطالعه، ضرایب بیومتریکی باگاس از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل به ترتیب ۶۳/۲۷، ۳۶/۴۸ و ۱۷۴/۳۲ گزارش شده است (۵).

حسینی، احسان (۱۳۸۳) مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر کاه گندم را به ترتیب ۴۲/۵، ۲۹، ۴/۳۷ و ۶/۹۶ درصد گزارش نموده است. در گزارش ایشان متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی کاه گندم به ترتیب برابر ۱/۱۳۲ میلی‌متر، ۱۴/۵۰، ۹/۹۲، ۲/۲۹ میکرون ذکر شده است. همچنین ضرایب بیومتریکی از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل به ترتیب ۷۸/۰۷، ۶۸/۴۱ و ۴۶/۱۷ درصد ذکر شده است (۳).

حسین‌زاده، امید (۱۳۸۴) مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر باگاس را به ترتیب ۵۴/۳، ۲۱/۴، ۱/۶ و ۱/۷۲ درصد گزارش نموده است. در گزارش ایشان متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی باگاس به ترتیب برابر ۱/۵۹ میلی‌متر، ۲۲/۴، ۱۰/۸ و ۵/۱ میکرون درج شده است. همچنین نامبرده ضرایب بیومتریکی باگاس از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل را به ترتیب ۷۰/۹۸، ۴۳/۹۲ و ۹۴/۴ درصد تعیین نموده است (۴).

شکوهی، مژگان (۱۳۷۶) مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر ساقه پنبه را به ترتیب ۵۳/۵، ۲۷/۳، ۸/۶۷ و ۱/۲ درصد گزارش نموده است. ایشان متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی ساقه پنبه را به ترتیب برابر ۰/۹۱۵ میلی‌متر، ۲۸/۲۷، ۲۲/۳۳ و ۳/۱۸ میکرون تعیین نمود. همچنین نامبرده میزان ضرایب بیومتریکی از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل را به ترتیب ۷۷/۵۲ و ۱۹/۲ گزارش نموده است.

رودی، حمید رضا (۱۳۸۰) مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر ساقه آفتاب‌گردان را به ترتیب ۴۷/۲۷، ۲۱/۲۰، ۳/۶۱ و ۷/۵ درصد گزارش نموده است. در گزارش ایشان متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی ساقه آفتاب‌گردان به ترتیب ۰/۹۵۸ میلی‌متر، ۲۳/۸ میکرون تعیین شده است. همچنین ضرایب بیومتریکی از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل به ترتیب ۴۰/۵۸، ۵۰/۸۱ و ۹۸/۷۳ درصد ذکر شده است (۷).

صالحی و همکاران (۱۳۸۲) مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر ساقه پنبه رقم ورامین را به ترتیب ۵۲، ۲۹/۹، ۶/۸ و ۱/۴ درصد گزارش نموده است. در مطالعه ایشان متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی ساقه پنبه رقم ورامین، به ترتیب ۰/۸۴ میلی‌متر، ۲۳/۹، ۱۶/۱۱ و ۳/۸۹ میکرون تعیین شده است. همچنین ضرایب بیومتریکی از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل به ترتیب ۵۲/۰۷، ۴۸/۳ و ۶۷/۴ درصد گزارش شده است.

صالحی، کامیار (۱۳۷۸) متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی باگاس را به ترتیب برابر ۱/۶۶ میلی‌متر، ۱۹/۶۳، ۷/۴۷ و ۶/۰۸۷ میکرون تعیین نمود. ایشان ضرایب بیومتریکی باگاس از جمله ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف‌پذیری و ضریب رانکل را به ترتیب ۸۶/۷۳، ۳۷/۵۳ و ۱۱۷/۶۷ درصد گزارش نموده است (۹).

Atchison (۱۹۹۶) و همکاران، مقدار سلولز، لیگنین، پنتوزانها، خاکستر و سیلیس برخی از منابع غیر چوبی و چوبی مورد استفاده در دنیا را مطابق جدول ۱، گزارش نمودند. همچنین متوسط طول و قطر الیاف برخی از گونه‌های غیر چوبی و چوبی توسط ایشان مطابق جدول ۲ ارائه شده است (۱۰ و ۱۱).

جدول ۱ - مشخصات ترکیب شیمیایی الیاف برخی از انواع مختلف گیاهان غیر چوبی و چوبی

انواع الیاف گیاهی	سلولز (%)	الفا سلولز (%)	لیگنین (%)	پنتوزان (%)	خاکستر (%)	سیلیس (%)
کنف	۴۷-۵۷	۳۱-۳۹	۱۵-۱۹	۲۲-۲۳	۲-۵	—
کنف(پوست)	۵۷	۴۲	۸	۱۶	۶	—
کنف(مغز)	۵۱	۳۴	۱۷	۱۹	۳	—
شاهدانه(پوست)	۶۵	NA	۴	۸	NA	NA
شاهدانه(مغز)	۳۵	NA	۲۱	۱۸	NA	NA
کاه (گندم)	۴۹-۵۴	۲۹-۳۵	۱۶-۲۱	۲۶-۳۲	۴-۹	۳-۷
کاه (جو)	۴۹-۵۴	۳۱-۳۴	۱۴-۱۵	۲۴-۲۹	۴-۷	۳-۶
کاه(جو دوسر)	۴۹-۵۴	۳۱-۳۷	۱۶-۱۹	۲۷-۳۸	۶-۸	۴-۷
کاه (برنج)	۴۹-۵۴	۲۸-۳۶	۱۲-۱۶	۲۳-۲۸	۱۵-۲۰	۹-۱۴
چاودار	۴۹-۵۴	۳۳-۳۵	۱۶-۱۹	۲۷-۳۰	۲-۵	۰/۵-۴
پس مانده کلزا	NA	۳۴	۲۳	۲۵	۲-۵	NA
بامبو	NA	۲۶-۴۳	۱۵-۲۶	۲۱-۳۱	۱/۷-۵	۱/۵-۳
باگاس	NA	۳۲-۴۴	۲۷-۳۲	۱۹-۲۴	۱/۵-۵	۰/۷-۳
کنف هندی	NA	۵۹/۴	۲۱-۲۶	۱۸-۲۱	۰/۵-۱	<۱
لینتر پنبه (خام)	NA	۸۸-۹۶	۳-۳/۳	۱۷	۰/۷-۱/۶	<۱
لینتر پنبه	NA	۸۰-۸۵	۳-۳/۵	۲۱-۲۴	۲	<۱
سوزنی برگان	۵۳-۶۳	۴۰-۴۵	۲۶-۳۴	۷-۱۴	<۱	—
پهن برگان	۵۴-۶۱	۳۸-۴۹	۲۳-۳۰	۱۹-۲۶	<۱	—

غیر چوبی

چوبی

جدول ۲ - مشخصات مرفولوژیکی الیاف برخی از انواع مختلف گیاهان غیر چوبی و چوبی (اقتباس شده از ۱۰ تا ۱۹)

انواع الیاف گیاهی	حدود طول فیبر (mm)	میانگین طول فیبر (mm)	حدود قطر فیبر (μ)	میانگین قطر فیبر (μ)
کنف(پوست)	۱/۴-۵/۰	۲/۶	۱۴-۲۳	۲۱
کنف(مغز)	۰/۴-۱/۱	۰/۶	۱۸-۳۷	۳۰
شاهدانه(پوست)	۵/۰-۵۵/۰	۲۰/۰	۱۶-۵۰	۲۵
شاهدانه (مغز)	na	۰/۵۵	Na	۲۵
کاه (گندم، ذرت، جو، جو دو سر، گندم سیاه، برنج، کلزا)	۰/۴-۳/۴	۱/۴	۵-۳۰	۱۵
بامبو	۱/۵-۴/۴	۲/۷	۷-۲۷	۱۴
باگاس	۰/۸-۲/۸	۱/۷	NA	۳۴
کنف هندی	۲-۵	NA	۱۰-۲۵	۲۰
لینت پنبه(خام)	۲۰-۵۰	NA	۸-۱۹	NA
لینتر پنبه	۲-۳	NA	۱۷-۲۷	NA
سوزنی برگان	۱/۰-۹/۰	۳/۳	۱۵-۶۰	۳۳
پهن برگان	۰/۳-۲/۵	۱/۰	۱۰-۴۵	۲۰

غیر چوبی

چوبی

**مواد و روش‌ها:**

نمونه کلزای مورد آزمایش از موسسه اصلاح بذر واقع در شهرستان کرج تهیه گردید و به آزمایشگاه شیمی چوب دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج منتقل شد. نمونه‌های ساقه کلزا بعد از جدا سازی دانه کلزا برای تعیین ویژگی‌های آناتومیکی و شیمیایی آماده گردید. لازم به ذکر است رقم کلزای مورد استفاده، رقم اکاپی می باشد که دارای عملکرد زیاد در شرایط مناسب و در صورت کاشت به موقع و مدیریت مطلوب، دارای بازده مناسبی می باشد.

برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف، ابتدا نمونه‌ها در داخل لوله‌های آزمایش ریخته شده و به روش فرانکلین (۱۹۵۴) دفیبره شدند. بعد از جداسازی کامل الیاف نمونه‌ها از یکدیگر، تعداد ۴۰ عدد فیبر بوسیله میکروسکوپ آزمایشگاهی در آزمایشگاه شیمی چوب و آناتومی به منظور تعیین طول، قطر و قطر حفره سلولی اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که ضخامت دو دیواره سلولی از تفاضل قطر فیبر و قطر حفره بدست آمد. در این مرحله همچنین ضریب درهم رفتگی، ضریب مقاومت به رانکل و ضریب انعطاف‌پذیری الیاف طبق فرمول‌های زیر محاسبه شدند.

**محاسبه ضرایب بیومتریکی**

برای محاسبه ضرایب بیومتریکی از فرمولهای زیر استفاده شد:

$$\frac{L}{d} = \text{ضریب در هم‌رفتگی (لاغری)}^1$$

$$\frac{c}{d} \times 100 = \text{ضریب انعطاف پذیری (نرمش)}^2$$

$$\frac{2P}{C} \times 100 = \text{ضریب رانکل (مقاومت به پارگی فیبر)}^3$$

که در آن، L = طول الیاف، d = قطر الیاف، C = قطر حفره سلولی و P = ضخامت دیواره سلولی می باشد. همچنین اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی بر اساس استانداردهای TAPPI به شرح زیر انجام شد:

شماره استاندارد	نوع آزمون
T267-Om85	تهیه آرد چوب
T207-Om97	آرد چوب عاری از مواد استخراجی
T211-Om93	میزان خاکستر
T207-Om97	میزان مواد استخراجی
T264-OM88	میزان سلولز به روش اسید نیتریک
T222-Om98	میزان لیگنین

هر یک از آزمایش‌های فوق با ۳ تکرار انجام شد و در هر مورد میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات محاسبه گردید.

1. Slenderness ratio  
2. Flexibility ratio  
3. Raunkel ratio

## ارایه نتایج

## الف- ترکیبات شیمیایی کلزا

ترکیب شیمیایی از لحاظ تاثیر بر خصوصیات کاغذ دارای اهمیت می باشد. لذا مقادیر ترکیبات شیمیایی کلزا در جدول ۳ ارایه شده است.

جدول ۳- ترکیب شیمیایی کلزا

ترکیب شیمیایی	میانگین (%)	انحراف معیار	ضریب تغییرات (%)
سلولز	۴۳	۰/۵	۱/۱۶
لیگنین	۱۹/۳	۰/۵۸	۲/۹۹
مواد استخراجی محلول در حلال آلی (الکل- استون)	۶/۵	۰/۲۶	۴/۰۷
خاکستر	۷/۳	۰/۱	۱/۳۷

ب- مشخصات مرفولوژیک الیاف: در جدول ۴ میانگین طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره الیاف کلزا به همراه انحراف معیار و ضریب تغییرات ارایه شده است.

جدول ۴- مشخصات مرفولوژیک الیاف کلزا و ضرایب بیومتریکی

گروه ها	طول الیاف (mm)	قطر الیاف (μ)	قطر حفره سلولی (μ)	ضخامت دیواره الیاف (μ)	ضرایب بیومتریکی
میانگین	۰/۸۲	۲۹/۵	۱۶/۹	۶	رانکل انعطاف پذیری (درصد)
انحراف معیار	۰/۳۴	۷/۲	۷/۱	۱/۶	۲۷/۷۸
ضریب تغییرات (%)	۴۱/۴۷	۲۴/۵	۴۲/۲	۲۶/۴۰	۵۷/۳۲

## بحث و تفسیر

سلولز: میانگین میزان سلولز ساقه کلزا مورد آزمون ۴۳٪ اندازه گیری شد. در مقایسه با سلولز بعضی از گیاهان غیر چوبی نظیر کاه گندم، ۴۲/۵٪ (احسان حسینی ۱۳۸۳)، ساقه کلزای منطقه شمال کشور، ۴۱/۱٪ (سفیدگران ۱۳۸۲)، ساقه ذرت خوراکی، ۳۴/۹۱٪، کلزا از میزان سلولز قابل قبولی برخوردار بوده و در مقایسه با بعضی دیگر از گیاهان غیر چوبی نظیر ساقه آفتابگردان، ۴۷/۲۷٪ (حمید رضا رودی ۱۳۸۰) و گزارشات مختلف موجود در خصوص باگاس، یعنی ۵۵/۸۵٪ (شیخی ۱۳۸۳)، ۵۴/۳٪ (حسین زاده ۱۳۸۴) و ۵۵/۷۵٪ (ثمریها ۱۳۸۴)، از میزان کمتری برخوردار است.

لیگنین: در این مطالعه میانگین میزان لیگنین آزمایش شده برابر ۱۹/۳٪، تعیین شد. راحله سفید گران درصد لیگنین کلزای منطقه شمال را ۱۷/۶٪ گزارش نموده است. مقدار لیگنین کلزا در مقایسه با گیاهان چوبی کمتر بوده و این عامل نکته مثبتی در انتخاب کلزا بعنوان ماده اولیه در صنایع کاغذ سازی محسوب می گردد.

در مقایسه با لیگنین کاه گندم ۲۹٪ (احسان حسینی ۱۳۸۳)، کاه جو ۲۸/۴۳٪، ذرت خوراکی ۲۲/۴۴٪، نی ۲۳/۹۸٪ (فخریان ۱۳۷۷)، آفتابگردان ۲۱/۲۰٪ (حمید رضا رودی ۱۳۸۰)، باگاس ۲۱/۴٪ (حسین زاده ۱۳۸۴) و ساقه پنبه رقم ورامین ۲۹/۶٪ (کامیار صالحی و همکاران)، کلزا از مقدار لیگنین کمتری برخوردار است.

مواد استخراجی: در این تحقیق، میانگین مواد استخراجی کلزای آزمایش شده ۶/۵٪ تعیین شد. راحله سفید گران درصد مواد استخراجی کلزای منطقه شمال را ۸/۱۲٪ گزارش نموده است. این مقادیر از اندازه‌گیری‌های مشابه که در خصوص کاه گندم توسط حسینی در سال ۱۳۸۳ (۴/۳۷ درصد) و مهدوی در سال ۱۳۷۷ (۳/۶ درصد)، کلش برنج خمام ۴/۰۴٪ (فخریان ۱۳۷۷)، نی هورالعظیم ۱/۵۸ درصد (فامیلیان ۱۳۷۶)، ساقه آفتابگردان ۳/۶۱٪ (حمید رضا رودی ۱۳۸۰)، ساقه پنبه ۵/۳۵٪ (ایزدیار ۱۳۷۷)، باگاس ۳/۲٪ (ثمریها ۱۳۸۴) انجام شده، بیشتر می‌باشد. به عبارت دیگر، میزان مواد استخراجی کلزا از بقیه مواد لیگنوسولوزی غیر چوبی بیشتر است. مواد استخراجی شامل انواع مومها، تانن ها، اسیدهای چرب، اسیدهای رزینی و انواع هیدروکربن ها، نمکها و پروتئین ها می باشند که بسته به شرایط پخت، یک عامل منفی یا بی اثر در فرایند محسوب میشود پخت می باشند. در فرایندهایی که از سود (NaOH) به عنوان ماده اصلی پخت استفاده می‌شود، مواد استخراجی مقداری از سود را به مصرف می‌رسانند که به مصرف خنثی کردن این مواد در حین فرایند پخت خنثی می‌شوند. به همین دلیل وجود این مواد، عاملی منفی در روشهای قلیایی محسوب می‌گردد (۵).

خاکستر: خاکستر کلزای آزمایش شده ۷/۳٪ تعیین شد. راحله سفیدگران درصد خاکستر کلزای منطقه شمال را ۶/۲۱٪ گزارش نموده است. میزان خاکستر سایر مواد لیگنوسولوزی عبارت است از، کاه گندم ۵/۵٪ (مهدوی ۱۳۷۷)، کلش برنج منطقه خمام ۴/۰۴٪ (فخریان ۱۳۷۷)، نی هورالعظیم ۱/۷۶٪ (فامیلیان ۱۳۷۶)، ساقه پنبه رقم ورامین ۱/۴٪ (کامیار صالحی و همکاران ۱۳۸۲) و باگاس ۱/۸۵٪ (ثمریها ۱۳۸۴). به عبارت دیگر، کلزا درصد خاکستر بیشتری نسبت به سایر مواد یاد شده دارد.

**ابعاد الیاف:** اندازه‌گیری خواص آناتومیک بر روی ۱۲۰ عدد فیبر سالم انجام شد. متوسط طول الیاف ۰/۸۲ میلیمتر، متوسط قطر الیاف ۲۹/۵ میکرون، متوسط قطر حفره سلول ۱۶/۹ میکرون و متوسط ضخامت دیواره الیاف ۶ میکرون اندازه‌گیری شد. راحله سفید گران (۱۳۸۲) متوسط طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی ساقه کلزای منطقه شمال را به ترتیب ۰/۹۵۸ میلیمتر، ۲۳/۰۲، ۱۲/۵ و ۵/۲۶ میکرون تعیین نمود.

الیاف از نظر طولی در سه سطح طبقه بندی میشوند: دسته اول الیاف کوتاه با طول کمتر از ۰/۹ میلیمتر که الیاف کلزا در این کلاسه قرار دارند، دسته دوم الیاف متوسط، با طول ۰/۹ تا ۱/۹ میلیمتر، دسته سوم الیاف با طول بیشتر از ۱/۹ میلیمتر که الیاف بلند می‌باشند (۵).

بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده، طول الیاف ساقه گندم ۱/۱۳۲ میلیمتر (احسان حسینی ۱۳۸۳) و باگاس ۱/۵۹۴ میلیمتر (ثمریها ۱۳۸۴) ساقه آفتاب گردان ۰/۹۵۸ میلیمتر (حمید رضا رودی ۱۳۸۰) و ساقه پنبه ۰/۹۱۵ میلیمتر (مژگان شکوهی) و کلش برنج خمام ۰/۷۷ میلیمتر (فخریان ۱۳۷۷) گزارش شده است. در مورد بعضی از پهن برگان مانند صنوبر (سلیمانی ۱۳۵۳) با میانگین ۰/۹۳ میلیمتر، اکالیپتوس با میانگین ۰/۷۵ میلیمتر، چنار با میانگین ۱/۳ میلیمتر و اقاچیا با میانگین طول ۰/۸۴ میلیمتر، ملاحظه می‌شود که طول الیاف کلزا از متوسط طول الیاف پهن برگان و دیگر منابع لیگنوسولوزی قابل دسترس در ایران کمتر می‌باشد. بنابراین با این وجود از آنجایی که کلزا یک محصول جانبی کشاورزی محسوب شده و در حجم زیادی قابل دسترس است، نمایانگر این است که کلزا ماده اولیه مناسبی برای تهیه کاغذ در ایران می‌باشد. با توجه به وضعیت جنگلها و منابع چوبی کشور در برنامه ریزیهای آینده برای تامین کاغذ مورد نیاز کشور، باید کلزا را به عنوان محور اصلی توسعه مد نظر قرار داد و تحقیقات کاربردی کشور را در جهت استفاده بهتر و مطلوبتر از کلزا گسترش داد.

متوسط قطر الیاف ۲۹/۵ میکرون اندازه‌گیری شد که نسبت به گیاهان دیگر، قطر زیادی دارد. که به نسبت، قطر زیادی محسوب می‌شود. قطر الیاف اندازه‌گیری شده در مورد کاه گندم ۱۴/۵۰ میکرون (احسان حسینی ۱۳۸۳) و باگاس ۲۰/۹۶ (ثمریها ۱۳۸۴)، کلش برنج منطقه خمام ۱۲/۱۷ میکرون (فخریان ۱۳۷۷) گزارش شده است. قطر الیاف در مورد الیاف کاغذ بیان‌کننده انعطاف‌پذیری

الیاف در فرایند پالایش خمیر کاغذ می‌باشد. به عبارت دیگر هر چه الیاف ضخیم تر باشند، ضربه پذیری بیشتری دارند و مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند (۵).

ضخامت دیواره سلولی ۶ میکرون اندازه گیری شد. این مشخصه در مورد کاه گندم ۴/۴۸ میکرون (مهدوی ۱۳۷۷)، باگاس ۵/۶۳۸ (ثمریها ۱۳۸۴)، کلش برنج منطقه خمام ۳/۸۷ میکرون (فخریان ۱۳۷۷) و ساقه پنبه ۳/۱۸٪ (مزگان شکوهی ۱۳۷۶) گزارش شده است. ضخیم بودن دیواره سلولی باعث افزایش دانسیته فیبر می‌گردد که این ویژگی تاثیر مستقیم در خواص مقاومتی الیاف دارد. هر چه دیواره الیاف ضخیم تر باشد، الیاف در برابر نیروهای مکانیکی وارده از خود مقاومت بیشتری نشان می‌دهند و در برابر تغییر شکل نیز مقاومت می‌کنند. بر اثر این خاصیت، قابلیت انعطاف پذیری و مجاله شدن الیاف کم می‌شود (۵). همچنین افزایش ضخامت دیواره سلولی الیاف، باعث افزایش ماتی، زبر و حجیم شدن کاغذ می‌گردد. بعلاوه قابلیت جذب و نگهداری آب کاغذ افزایش پیدا می‌کند. بدین ترتیب مقاومت در برابر پاره شدن کاغذ ساخته شده از این الیاف افزایش پیدا کرده و طول پاره شدن نیز افزایش می‌یابد.

ضریب در هم رفتگی: میانگین ضریب در هم رفتگی برای الیاف کلزا در این مطالعه برابر ۲۷/۷۸ تعیین شد که راحله سفیدگران این مقدار را برای کلزای منطقه شمال ۵۰/۱ تعیین نمود. این ضرایب در مورد کاه گندم ۷۸/۰۸ (احسان حسینی ۱۳۸۳)، در مورد کلش برنج خمام ۶۳/۲۷ (فخریان ۱۳۷۷)، باگاس ۷۶/۰۵ (ثمریها ۱۳۸۴)، ساقه پنبه ۵۲/۰۷ (کامیار صالحی و همکاران ۱۳۸۲) و در مورد نی هور العظیم ۶۹/۳۵ (فامیلیان ۱۳۷۶) گزارش شده است. مقدار این ضریب بین ۲۰ الی ۱۵۰ متفاوت است. هر چه مقدار آن بیشتر باشد، بیانگر بلندتر و لاغرتر بودن الیاف است. هنگام تشکیل ورقه کاغذ بر روی توری ماشین های کاغذ سازی، الیاف بلند تر بهتر روی توری قرار می‌گیرند. این عامل باعث افزایش کیفیت کاغذ ساخته شده می‌گردد (۵). بدین ترتیب الیاف کلزا نسبت به دیگر منابع غیر چوبی از ضریب در هم رفتگی کمتری برخوردار است.

ضریب انعطاف پذیری: میانگین ضریب انعطاف پذیری تعیین شده برای نمونه‌های مورد آزمایش کلزا، برابر با ۵۷/۳۲ درصد محاسبه شد. راحله سفیدگران این میزان را برای کلزای منطقه شمال ۵۴/۱۸ تعیین نموده است. ضریب انعطاف پذیری در مورد کاه گندم ۴۴/۵۱ (مهدوی ۱۳۷۷)، کلش برنج خمام ۳۶/۴۸ (فخریان ۱۳۷۷)، ساقه آفتاب گردان ۴۰/۵۸٪ (حمید رضا رودی ۱۳۸۰)، نی هور العظیم ۲۰/۵۶ (فامیلیان ۱۳۷۷) و باگاس ۴۶/۳۷ (ثمریها ۱۳۸۴) گزارش شده است. هر چه این ضریب بیشتر باشد، مقاومت کاغذ در برابر گسیخته شدن، ترکیدن و تا خوردن بیشتر می‌شود. می‌توان انتظار داشت که کاغذ تولید شده از کلزا دارای مقاومت‌های خوبی در مقابل کشش، تاخوردگی و ترکیدن باشد.

ضریب رانکل: میانگین ضریب رانکل برابر ۷۰/۹۵ درصد تعیین شد. راحله سفیدگران این میزان را برای کلزای منطقه شمال ۸۳/۸۲ تعیین نموده است. این ضریب در مورد کاه گندم ۱۲۴/۷۹ (مهدوی ۱۳۷۷)، باگاس ۱۱۶/۰۲ (ثمریها ۱۳۸۴)، کلش برنج خمام ۱۷۴/۳۲ (فخریان ۱۳۷۷) و ساقه آفتاب گردان ۹۸/۷۳٪ (حمید رضا رودی) گزارش شده است. هر چه این ضریب بزرگتر باشد، مقاومت کاغذ در برابر پاره شدن بیشتر است (۵). ضریب رانکل اندازه گیری شده در مورد کلزا، از ضریب مربوطه برای اکثر گیاهان چوبی و غیرچوبی کمتر است. بدین ترتیب می‌توان انتظار داشت که کاغذهای ساخته شده از الیاف کلزا دارای مقاومت در برابر پاره شدن کمتری نسبت به کاغذهای ساخته شده از گیاهان چوبی و غیرچوبی برخوردار باشد.

### پیشنهادات

شایسته است ترکیبات شیمیایی و خواص آناتومیکی الیاف واریته های مختلف کلزا در نقاط مختلف کشور مورد بررسی قرار گیرد. لازم به ذکر است ارقام مورد استفاده کلزا در ایران عبارتند از:

۱. رقم اکاپی<sup>۱</sup> که در شرایط مناسب و در صورت کاشت به موقع و مدیریت مطلوب دارای عملکرد و بازده خوبی است.



۲. رقم اورینت<sup>۱</sup> که دارای دامنه وسیع‌تری از نظر تحمل به تاریخ‌های کاشت بوده و لذا امکان استفاده از آن در شرایط متفاوت وجود دارد.
۳. رقم ریجنت در کبر<sup>۲</sup> که نسبت به دو رقم دیگر دارای عملکرد مناسب و تحمل بیشتری در مقابل سرما بوده و البته به طور محدود تری کشت می‌شود.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از مدیریت محترم رشته صنایع چوب و کاغذ واحد کرج، جناب آقای دکتر سید محمد جواد سپیده‌دم و مسئول آزمایشگاه شیمی چوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج جناب آقای کاظم حشم فیروز صمیمانه سپاسگزاری می‌شود. همچنین از آقای احمد ثمری‌ها کارشناس ارشد صنایع چوب و کاغذ بخاطر همکاری در این طرح، تقدیر و تشکر می‌شود.

### منابع و مأخذ:

۱. ثمری‌ها، احمد (۱۳۸۴) بررسی ویژگی‌های خمیرکاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از باگاس، پایان نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی دکتر امیرهومن حمصی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
۲. جهاد کشاورزی کرج (۱۳۸۲)، گزارش گردهمایی برنامه‌ریزی سالانه دانه‌های روغنی (اجرایی) ۱۴ تا ۱۶ مرداد ماه ۱۳۸۲.
۳. حسینی، احسان (۱۳۸۳)، بررسی امکان تهیه خمیرکاغذ از کاه گندم به روش سولفیت خنثی (NSSC) جهت تهیه کاغذ کنگره‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
۴. حسین‌زاده، امید (۱۳۸۴)، بررسی و تعیین رابطه بین شدت پخت و ویژگی‌های خمیرکاغذ و کاغذ سودا از باگاس پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۵. حسین‌زاده، فخریان، گلبابایی، مهدوی، نجفی (۱۳۷۹) بررسی ویژگی‌های خمیرکاغذ چوب گونه اکالیپتوس میکروتکا و کاربرد آنها، تحقیقات چوب و کاغذ شماره ۱۳. نشریه شماره ۲۵۵. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.
۶. رضانی، فرزاد (۱۳۸۴) تهیه خمیرکاغذ روزنامه رنگبری شده از ضایعات کشاورزی- پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
۷. رودی، ح. (۱۳۸۱) بررسی تولید خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از ساقه آفتابگردان و ارزیابی آن به منظور تولید کاغذ کنگره‌ای در صنایع چوب و کاغذ مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
۸. سفیدگران، راحله (۱۳۸۲) بررسی ویژگی‌های خمیرکاغذ کلزا به روش سودا، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۹. صالحی، کامیار (۱۳۷۹) بررسی و تعیین ویژگی‌های خمیرکاغذ شیمیایی مکانیکی بازده زیاد از باگاس، تحقیقات چوب و کاغذ شماره ۱۰، نشریه شماره ۲۳۲. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.
10. Atchison "twenty five years of global progress in non-wood plant fiber pulping Historical highlights present status, and future prospects,"proc.1995 pulping conference (Atlanta: TAPPI press, 1995), p.97.
11. Atchison, J.E."Progress in the Global Use of Nonwood Fibers and Prospects for Their Greater Use in the Future,"in Paper International, Apr-Jun 1998, Pg21.
12. Batra SK, Other long vegetable fibers, Vol.15. Marcel Dekker, Inc., Jerusalem, Israel, 1998.

1. Orient

2. Rejentder Kobra

13. Hurter AM, in Tappi Pulping Conference Vol.1, Tappi, New Orleans, 1988, p.139.
14. Hurter, Robert W.2001."Nonwood Plant Fiber Uses in Papermaking "Extracted from" Agricultural Residues ", TAPPI 1997 Non wood Fibers Course Notes, updated and expanded September 2001.
15. Hurter, Robert W., Will Non woods becomes an Important Fiber Resource for North America?" 1998.
16. Klemm D, Philipp B, Heinze T, Heinze U, Wagenknecht W, Comprehensive Cellulose Chemistry, Vol. 1. Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany, 1998.
17. Rowell R, Young RA, Rowell J, Paper and Composite from agro-based resource. Lewis Published, 1997.
18. Temming H, Grunt H, Huckfeldt H, Temming Linters: technical information about cotton cellulose. J.J .Augusin,Gluckstadt,1972.
19. Wakelyn PJ ,Bertoniere NR, French AD, Zeronian SH, Nevell TP, Thibodeaux DP, Blanchard EJ, Calamari TA, Triplett BA, Bragg CK, Welch CM, Timpa JD, Franklin WE, Reinhardt RM,Vigo TL, Cotton Fibers, Vol. 15, Marcel Dekker, Inc., Jerusalem, Israel, 1998.

# Study of Anatomical and Chemical Properties of Colza Straw

**A. H. Hemmasi**

*Assistant Professor, Wood & paper Industry Dept., Science and Research Branch of IAU (Tehran)*

**M .M. Pirouz**

*MS .c. Research Student of Wood & Paper Industrial Engineering, Science& Research Campus, Islamic Azad University.*

**Keywords:** Colza, Ocapi, Anatomical properties, Chemical properties.

## **Abstract**

This study with purpose to investigate the anatomical and chemical properties in stem of colza (*Brassica napus*)<sup>1</sup> was arranged. Sample selection of used tests was Ocapi<sup>2</sup> that was prepared from center of modification of seeds, Karaj County. For study the anatomical and chemical properties of colza fibers, used the TAPPI standard. Colza fiber length, diameter, lumen diameter, cell wall thickness was measured at 0/82 mm, 30 $\mu$ m, 18.2  $\mu$ m, and 6  $\mu$ m respectively. Chemical composition was as follow: cellulose 43 %, lignin 19.3%, extractive 6.5% and ash 7.3%. The slenderness ratio, flexibility ratio and raunkel ratio are calculated in the colza from one site 27.33, 60.67, 65.93. With regard to fiber properties this type of non-wood and comparison to Oder raw material, because of this, using rind from colza in papermaking can be useful.

---

1. *Brassica napus*  
2. Ocapi