

مقایسه بیومتری الیاف و میزان ترکیبهای شیمیایی نی *Phragmites. australis* از نظر کاغذ سازی

محققان:

سعید مهدوی فیض آبادی، عبدالرحمن حسین زاده، حسین فامیلیان، عباس فخریان

و مسعودرضا حبیبی

مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع - بخش تحقیقات علوم چوب و کاغذ

صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵ تهران - ایران

Smhadavi@riff-ac.org

چکیده:

نیزارهای ایران به عنوان یک منبع مهم تهیه الیاف سلولزی به منظور جبران بخشی از کمبود ماده اولیه صنایع سلولزی ایران مطرح می‌باشند. در راستای بررسی خواص اولیه کاربردی نی *P. australis* که مهمترین گونه از نظر وسعت در میان سایر گونه‌های نی در ایران می‌باشد، ۳ رویشگاه عمده این گونه شامل مناطق جنوب، شمال و شرق در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند که با توجه به وسعت و امکان برداشت صنعتی نی از این مناطق، به ترتیب از سه، دو و یک ناحیه^۱ این مناطق نمونه برداری شد. به منظور اندازه‌گیری ابعاد فیبر، نمونه‌های مربوط به نواحی هر منطقه با هم مختلط شدند و اندازه‌گیریها بر مبنای میانگین هر منطقه انجام گرفت. بررسیها نشان می‌دهند که بین طول فیبر و قطر حفره سلولی در سه منطقه اختلاف معنی داری وجود نداشت، لیکن بین قطر فیبر و ضخامت دیواره سلولی سه منطقه اختلاف معنی دار است. بیشترین میانگین طول الیاف (۱/۳۹ میلیمتر) مربوط به منطقه شمال می‌باشد.

۱- نواحی بام دژ، شط علی و رفیع در جنوب کشور - نواحی شیجان و آبکنار در شمال (تالاب انزلی)

- ناحیه هامون در شرق

اندازه‌گیری ترکیبهای شیمیایی برای شش ناحیه مناطق در چهار تکرار انجام گرفت. نتایج نشان می‌دهند که بین مناطق و نواحی شش گانه آنها از نظر میزان ترکیبهای شیمیایی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در مجموع منطقه شمال با بیشترین مقدار میانگین سلولز (۶۰/۱۲ درصد) و کمترین مقدار میانگین لیگنین (۲۰/۶۴ درصد) در اولویت اول قرار می‌گیرد.

بررسی خواص اولیه نی *P. australis* موید این مطلب است که به لحاظ ابعاد فیبر و میزان ترکیبهای شیمیایی، این گونه نی درزمره مواد اولیه مناسب برای استفاده در صنایع کاغذسازی ایران نسبت به پهن‌برگان بومی و سایر گیاهان غیرچوبی ایران می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: نی، *phragmites australis*، الیاف، طول فیبر، قطر فیبر، ضخامت دیواره سلولی، قطر حفره سلولی، سلولز، لیگنین، خاکستر، مواد استخراجی.

پیشگفتار:

چون کشور ما از نظر منابع جنگلی و در نتیجه تولید چوب فقیر می‌باشد و امکان پاسخگویی به نیازهای جامعه در این حد به آسانی میسر نیست، ضروری است که از امکانات بالقوه موجود برای تولید محصولات مختلف سلولزی، حداکثر استفاده را نمود. در این راستا استفاده از منابع الیاف سلولزی غیرچوبی نظیر ضایعات کشاورزی و گیاهان غیرچوبی که به مقدار نسبتاً فراوانی در کشور وجود دارند و هزینه تأمین آنها ناچیز است می‌تواند کشور را در جهت قطع وابستگی به محصولات مختلف یاری کند. از طرف دیگر استفاده از این منابع، بعنوان یک راه حل مناسب و پایدار، می‌تواند در جلوگیری از روند تخریب جنگلها و افزایش تولید محصولات تا رسیدن به مرز خودکفایی و عدم خروج منابع هنگفت ارزی مطرح باشد. بدیهی است که استفاده هر یک از این منابع سلولزی برای تولید هر محصول، نیاز به ارزیابی دقیق خواص کاربردی ماده سلولزی دارد که پس از برآوردهای اقتصادی - زیست محیطی می‌توان نسبت به بهره‌برداری از آنها اقدام نمود.

مقدمه:

توسعه پایدار امروزه نقش مهمی را در استفاده از منابع تجدید شونده ایفا می‌کند. تعاریف مختلفی از توسعه پایدار شده است که چکیده این تعاریف عبارت از این است که ما باید از اکوسیستمها (بومها) و مردم نگهداری کنیم. به منظور ترسیم جهانی منابع تجدید شونده و اعمال مدیریت پایدار در توسعه استراتژیهای تولید الیاف، ارزیابی و توجه به منابع تولیدکننده الیاف ضروری است.

گیاهان غیر چوبی همانند چوب از زمان پیدایش بشر برای سوخت، جان‌پناه، دکوراسیون و حفاظت مورد استفاده قرار گرفته‌اند. امروزه استفاده از این گیاهان به ویژه

در کشورهایی که جنگلهای صنعتی محدودی دارند مورد توجه زیادی قرار گرفته است. تصمیم‌گیری در مورد استفاده از الیاف این گیاهان در صنایع کاغذ و فرآورده‌های مرکب چوبی نیاز به شناخت کامل خواص اولیه این نوع مواد دارد. این بررسیها شامل اندازه‌گیری طول الیاف، قطر الیاف، ترکیبهای شیمیایی، دانسیته و ریخت‌شناسی¹ الیاف می‌باشند.

در استفاده از گیاهان غیر چوبی در صنایع لیگنو سلولزی می‌بایست فن‌آوریهای جدید کاشت، داشت، برداشت، جمع‌آوری، جداسازی، انبار و ذخیره‌سازی، حمل و نقل و نیز سیستمهای جدید طراحی، توسعه و ساخت مورد توجه کافی قرار گیرند. تقاضای جهانی برای استفاده از الیاف گیاهان غیرچوبی با افزایش جمعیت و نیز محدودتر شدن سطح جنگلها رو به افزایش است. توجه به استفاده از همه گونه‌های گیاهی به ویژه انواعی که حداکثر بیوماس را در واحد سطح تولید کنند، در حال تشدید است.

افزایش سریع استفاده از الیاف گیاهان غیرچوبی در کشورهایی مانند چین و هند کاملاً مشهود است. در حال حاضر چهارده کشور برای تولید خمیر کاغذ فقط از الیاف گیاهان غیرچوبی استفاده می‌نمایند و این در حالی است که ۵۰ درصد خمیر کاغذ بیست کشور جهان از این الیاف تهیه می‌شود (Atchison. 1987).

استفاده از الیاف گیاهان غیر چوبی به دو صورت می‌باشد: ۱- استفاده از الیاف اولیه (مثل استفاده از الیاف ساقه غلات، کنف، نی و...) ۲- استفاده از الیاف ثانویه (مثل استفاده از الیاف لیتر پنبه). در جدول شماره یک برخی گیاهانی که در وهله اول برای تولید الیاف مورد استفاده قرار می‌گیرد نام برده شده است.

جدول شماره شماره ۱- گیاهان غیر چوبی مهم لیفی

نام	نام علمی	جزء لیفی مورد استفاده	کشور تولید کننده عمده
آپاکا	<i>Musa textilis</i>	برگ	فیلیپین، اکوادور
بامبو	<i>Bambusa vulgaris</i> و دیگر گونه‌ها	ساقه	چین، هند
کر	<i>Cocos nucifera</i>	میوه	سرلانکا
کتان	<i>Linum asitativissimum</i>	ساقه	چک و اسلواکی، روسیه
شاهدانه	<i>Cannabis sativa</i>	ساقه	هند، چین
جوت	<i>Corchorus capsularis</i>	ساقه	هند، بنگلادش، چین
کاپک	<i>Ceiba pentandra</i>	میوه	اندونزی، تایلند
کنف	<i>Hibiscus cannabinus</i>	ساقه	چین، هند، تایلند
رامی	<i>Boehmeria nivia</i>	ساقه	چین
	<i>Arundo donax</i>	برگ	برزیل
نی	<i>Phragmites australis</i>	ساقه	چین، مجارستان
سیزال	<i>Agave sisalana</i>	برگ	برزیل

منبع: *Paper and Composites from Agro-Based Resources (1996)*

پیشینه تحقیق:

خصوصیات گیاهشناختی: بین نی‌ها و سایر گیاهان همان راسته مانند کاه غلات، باگاس، بامبو، ساقه ذرت، شاهدانه، سیزال، کنف و غیره ارتباط نزدیک خانوادگی وجود دارد لیکن تفاوت‌های زیادی نیز به اندازه این شباهتها وجود دارد که به ساختمان ساقه و ریخت‌شناسی این گیاهان ارتباط دارند. نی‌ها، گیاهانی از ردهٔ تک‌لپه‌ایها و راستهٔ پوشینه‌داران بوده و در خانواده گندمیان^۲ قرار می‌گیرند و متعلق به زیر خانواده *Arundineae* هستند. خانواده گندمیان به عنوان منبع بسیاری از گیاهان اقتصادی مهم مطرح هستند. دو جنس معروف *Arundo L...* و *phragmites Trin* در این زیر خانواده قرار می‌گیرند.

جنس *Arundo* شامل ۶ گونه است و گونه *donax* بیشترین پراکنش را در بین این گونه‌ها داراست و بیش‌تر از بقیه شناخته شده است. *A. donax* گیاهی است راست و بلند، با ریزم پایا و چندساله، شبیه سایر نی‌ها و ارتفاع ۸-۲ متر. این گیاه یکی از بزرگ‌تر گیاهان خانواده گندمیان می‌باشد. ریشه آن خزنده، گوشتی و تقریباً غده مانند است که ریشه لیفی با عمق زیادی از آن بیرون می‌آید و در خاک نفوذ می‌کند.

قطر ساقه این گیاه ۴-۱ سانتیمتر می‌باشد و شاخه‌های جانبی معمولاً از سال دوم رشد گیاه می‌رویند. ساقه میان تهی و ضخیم بوده و ضخامت آن ۷-۲ میلیمتر است. ساقه به وسیله گره‌هایی در طول تقسیم شده که فاصله بین این گره‌ها از ۱۲-۳۰ سانتیمتر متغیر است. بافت بیرون ساقه طبیعت سیلیسی داشته که خیلی سخت و شکننده است و سطحی به صافی شیشه دارد. هنگامی که گیاه کاملاً بالغ می‌شود ساقه به رنگ طلایی کم رنگ درمی‌آید. برگها به طور مشخص دو شکلی و متقابل با پهنایی بین ۵-۶ سانتیمتر در محل اتصال به تنه هستند. این نوع نی سرعت رشد زیادی دارد،

به طوری که در شرایط مناسب طی یک دوره چند ماهه بین ۰/۷-۰/۳ متر در هر هفته رشد می‌کند. قطر نی‌های جوان پس از اولین فصل رویش به حداکثر خود می‌رسد و بعد ضخامت ساقه آنها افزایش خواهد یافت. نی‌های تازه دارای ساقه نرم، خیلی مرطوب و کم مقاومت در مقابل باد هستند.

گونه *Australis* فراوانترین و متداولترین گیاه جنس *Phragmites* می‌باشد. این گونه گیاهی است پایا، بلند و محکم که بیش از ۳ متر ارتفاع دارد و دارای ریزومی خزننده می‌باشد.

اکولوژی و پراکنش: نی‌ها گیاهانی هستند که در شرایط رطوبتی-حرارتی نسبتاً زیاد قابلیت رشد داشته و در مناطقی از سطح آسیا، اروپا، قاره اقیانوسیه، آفریقا و آمریکا که به لحاظ اکولوژیکی ایده‌آل نباشند، پراکنش یافته‌اند.

زیستگاه *A. donax* حاشیه رودخانه‌ها، کانالهای آب و عموماً مکانهایی است که حداکثر ۳۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع داشته و نسبتاً گرم باشند. این گیاه تنوع وسیع اکولوژیکی را تحمل می‌کند و در همه نوع خاک از رسی سنگین تا شنی و ماسه‌ای سبک رشد می‌کند، لیکن در خاکهای با زهکشی خوب و رطوبت زیاد بیشترین رشد را دارد. به دلیل دارا بودن ریزومهای درشت و ذخیره آب در آنها و نیز نفوذ عمیق ریشه‌هایش در خاک، در برابر خشکی مقاوم است. خشکی می‌تواند به صورت جدی در اولین سال باعث کندی رشد آن شود، لیکن خسارت وارده به قسمتهایی از گیاه که ۲ تا ۳ سال سن دارند جدی نیست (Arundo donax.....-1999).

زیستگاه *P. australis* سواحل آهکی، زمینهای آهکی- شنی شیدار، جنگلهای تنک کوهستانی، سواحل دریاچه‌ها، استخرها و آبهای کم عمق (تالابها) بوده و تا ارتفاع ۱۸۰۰ متر از سطح دریا نیز دیده می‌شود. این گیاه در شوره‌زارها و زمینهای پست آبگیر

نیز یافت شده و در بیشه‌های وسیع آب در تالابها و بعضی رودخانه‌هایی که به دریای سیاه و خزر می‌ریزند مشاهده شده است (Dikareva-1992).

صرفنظر از تفاوت‌های گیاهشناختی بین دو نی *A. donax* و *P. australis* به طور کلی می‌توان گفت که *A. donax* نسبت به نواسانهای میزان رطوبت مقاومتر از *P. australis* می‌باشد و این درحالی است که در تالابها و نقاطی که پوشیده از آب می‌باشند، شرایط برای رشد و گسترش *P. australis* مساعدتر می‌باشد (فامیلیان-1376).

Hera decka (1976) در چک و اسلواکی به مطالعه رشد *P. australis* در دو اکوتیپ با میکروکلیم و شرایط مواد غذایی پرداخت و با بررسی میزان رویش، بیوماس سرپا، ساختمان ساقه و اندوخته مواد غذایی معدنی در دو اکوتیپ به این نتیجه رسید که اختلاف در خواص شیمیایی، ریخت شناسی و بازده تولید این گونه کاملاً به خصوصیات میکروکلیم، خصوصیات شیمیایی آب و خصوصیات فیزیکی-شیمیایی ترکیبهای خاک وابسته بوده و در افزایش سطح برگ و افزایش جرم مخصوص گیاه منعکس می‌شود.

Al-Edany (1978) در عراق به مطالعه اکولوژیکی نی در اروند رود پرداخت و نتیجه گرفت که pH خاک بیشترین تأثیر را در رشد نی دارد. نتایج اندازه‌گیری نسبی رشد در انواع خاکها و رطوبتهای مختلف، برای *p. australis* و *A. donax* نشان داند که *A. donax* قادر به تحمل دامنه وسیعتری از تغییرات است.

خصوصیات آناتومیکی و ریخت شناسی - ناهمگنی عناصر آناتومیکی و سهم زیاد ترکیبهای غیرفیبری در نی‌ها، آنها را در زمره گیاهان تک‌په‌ای قرار می‌دهد. به دلیل وجود تفاوت‌هایی در منشاء نی‌ها (خشکی، سیل، زمین باتلاقی- قسمتهای مختلف نی شامل پایین، وسط و بالای ساقه، نوع نی و غیره)، نوع فرآیند تولید خمیر کاغذ و بازده

و کیفیت خمیر کاغذ بدست آمده و همچنین شکل‌گیری ورقه الیاف، پیچیده و مختلف می‌باشد.

این اطلاعات از نتایج اغلب ضد و نقیض بدست آمده‌اند. اجزاء نی از نظر ریخت‌شناسی به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱- سلولهای اپیدرمی

این دسته از سلولها به کوتین و سیلیس آغشته بوده که علت نفوذ سخت مایع پخت، به خصوص در pH پایین را موجب می‌شوند.

۲- سلولهای پارانشیمی

این سلولهای پهن با دیواره نازک سلولی، دارای طول ۶۰۰-۱۵۰ میکرون، عرض ۹۰-۲۰ میکرون و ضخامت دیواره سلولی ۷-۱ میکرون هستند. در بخش پایین گیاه به مقدار فراوان دیده شده و تأثیر مثبتی بر شکل‌گیری و مقاومتهای ورقه کاغذ ندارند.

۳- الیاف اسکلرانسیم

این سلولها باریک و نسبتاً بلند می‌باشند و ضخامت دیواره سلولی در آنها متغیر است. این سلولها خیلی شبیه به تراکئیدهای تابستانه چوب سوزنی برگان بسیار شبیه هستند.

۴-دسته‌های آوندی

به صورت دسته‌هایی که سه تا چهار آوند در آن جمع شده قرار گرفته و به وسیله بافت اسکلرانسیم حفاظت می‌شوند. دارای طول ۱۲۰۰-۳۵۰ میکرون و عرض ۱۷۰-۸۰ میکرون هستند.

ساقه *A. donax* ساختمان تک لپه‌ای را نشان می‌دهد در حالی که دسته‌های آوندی در سرتاسر بخش عرضی در میان پارانشیمها به صورت آزادانه قرار گرفته‌اند. این دسته‌های به وسیله یک یا دو ردیف از الیاف با دیواره ضخیم که به شدت لیگنینی شده، احاطه شده‌اند. هر چه به طرف پیرامون ساقه پیش می‌رویم اندازه دسته‌های آوندی کاهش یافته و تعداد ردیفهای الیاف همراه با دسته‌ها افزایش می‌یابد. دسته‌های آوندی به همراه الیافی که حلقه لیفی فیبری را تشکیل می‌دهند تقریباً ۲۴ درصد ساقه را تشکیل می‌دهند. بافت آوندی و الیاف تشکیل دهنده حلقه تقریباً ۳۳ درصد از کل سطح مقطع عرضی را تشکیل می‌دهند. بنابراین، بافت پارانشیمی ۴۳ درصد سطح مقطع عرضی ساقه را تشکیل می‌دهد. سطح بیرونی ساقه و برگهای *A. donax* دارای مقدار زیادی سلولهای سیلیسی شده است. این سلولها با دسته‌های آوندی همراه بوده و در بافت اپیدرمی قرار گرفته‌اند. وجود این سلولها مقادیر زیاد سیلیس را که به وسیله اندازه‌گیریهای شیمیایی مشخص شده است، توضیح می‌دهد (Arundo donax.....1999).

Widermann (۱۹۸۷) در مقاله‌ای به بررسی خواص آناتومیکی نی *P. australis* پرداخته و اظهار می‌کند که آغشتگی سلولهای اپیدرمی به کوتین و سیلیس موجب کندی نفوذ مایع پخت به خصوص در pH پایین شده و در نتیجه تولید خمیر شیمیایی را مشکل می‌سازد. دسته‌های آوندی که در مرکز ساقه قرار گرفته‌اند هر یک دارای سه تا چهار آوند هستند و توسط یک لایه از سلولهای اسکلرانسیم احاطه شده‌اند.

Stunt (1953) نشان داد که ساختمان آناتومیکی *P. australis* در نهایت بر دوام و مقاومت ساقه نی تأثیر می‌گذارد. ساقه فشرده با بافت لیگنینی مقاوم، مقاومت ساقه را در برابر عوامل مخرب بیولوژیکی و نیروهای فیزیکی بالا می‌برد.

Klotzli (1971) طی بررسیهایی که انجام داد اظهار کرد که کودها سبب کاهش سختی ساقه *P. australis* می‌شوند.

بازده تولید - اطلاعات موجود نشان می‌دهند که رشد سالیانه نی در مناطق مختلف جهان متفاوت بوده در هر هکتار از ۷/۵ تا ۷۵ تن ساقه نی خشک شده در هوای آزاد متغیر است (wolfgang).

Atchison (1987) مقدار ماده خام قابل جمع آوری بر حسب تن در هکتار در سال در نزارهای روسیه را ۹/۹-۵ برآورد نموده است.

طی گزارش دیگری که در مورد *A. donax* منتشر گردید، مقدار متوسط بازده سالیانه ماده خشک این نی از ۳/۲ تن در ایگر^۱ برای رویشگاه طبیعی آن درهند تا ۱۷/۵ تن بر ایگر برای یک منطقه کشت شده در ایتالیا متفاوت است که مقدار دوم را به عنوان بازده حداکثر این نی می‌توان پذیرفت. این گزارش می‌افزاید که بیش از ۵۰ درصد وزن خشک این گیاه شامل برگها و بخش جوانه انتهائی است (Arundo donax.....-1999).

بیومتری الیاف - در ساخت محصولات مختلف لیگنوسلولزی خصوصاً کاغذ، الیاف نقش مهمی را ایفا می‌کند. به عنوان مثال دو ویژگی مهم کاغذ مانند مقاومت به کشش و ترکیدن ارتباط مستقیمی با طول و قطر الیاف و ضخامت دیواره سلولی دارد. برای تشکیل پیوندهای بین لیفی، طول الیاف نباید از حد معینی کمتر باشد و طول الیاف از

1- One hectare = 2.4710 acre ۱- يك هكتار معادل ۲/۴۷۱ ایگر می‌باشد

2- Tear strength

لحاظ مقاومت کاغذ در مقابل پاره شدن تأثیر بسیار زیادی دارد. این پدیده چنین توجیه شده است که وجود الیاف طویل تر سبب تشکیل پیوندهای بیشتری در ورق شده و باعث می شود که نیروهای کششی در الیاف به مقاومت به پاره شدن^۲ برسد. طول الیاف بر تشکیل ورق کاغذ نیز تأثیر می گذارد. ورق هایی که با الیاف طویل تر ساخته می شوند دارای ساختمانی بازتر و حجیم تر از ورق هایی هستند که با الیاف کوتاه تر ساخته می شوند. حد آستانه ای برای طول الیاف وجود دارد و افزایش طول الیاف بیشتر از یک حد مشخص، بر روی کیفیت محصول تأثیر ناچیزی دارد. برخی از خصوصیات مانند چگالی پایه که عبارتست از نسبت ضخامت دیواره سلول به قطر الیاف نیز با ضخامت کاغذ در یک وزن پایه^۱ معین ارتباط نزدیک دارد (.... Wood variation and).

نی *Arundo* در مقایسه با گونه های درختی برگ ریز، با طول الیاف در محدوده ۱-۱/۸ میلیمتر دارای طول الیاف مطلوبی است. لیکن در مقایسه با گونه های سوزنی برگ که دارای طول الیاف در محدوده ۶-۳/۵ میلیمتر هستند، مطلوبیت کمتری دارد. نسبت طول به قطر الیاف این نی تقریباً ۷۵ می باشد که این نسبت برای الیاف گونه های برگ ریز و سوزنی برگ تقریباً ۱۰۰ است.

در مطالعه ای که توسط *Jayme* و همکارانش بین ضایعات کشاورزی و گیاهان بومی آلمان بعمل آمد و ۲۵ گونه غیرچوبی و نیمه چوبی را شامل می شد، وی طول الیاف *A. donax* را بیشتر از سایر گونه ها (*hemp*) ذکر کرد.

Onfry (۱۹۵۲) ساقه نی را به ۵ بخش تقسیم کرد و طول الیاف را در هر بخش به صورت جداگانه اندازه گیری کرد. در هر بخش تقریباً ۷۰ درصد الیاف اندازه گیری شده دارای طول در محدوده ۱/۲ تا ۲ میلیمتر بودند.

Wiedermann (۱۹۶۱) و همکاران متوسط طول الیاف نی (*P. australis*) را ۱/۸۵ میلیمتر و متوسط قطر الیاف آنرا ۱۴ میکرون ذکر نموده اند.

پارساپژوه و همکاران (۱۳۷۰) طول الیاف نی‌های *A. donax* هورالعظیم را بین ۱/۹۶-۱/۲۸ میلیمتر با میانگین ۱/۶۲ میلیمتر اندازه‌گیری کردند.

پورسعید (۱۳۷۳) نیز در مطالعه‌ای که در مورد نی‌های این منطقه انجام داد، ۱/۵۵ میلیمتر را برای میانگین طول الیاف ذکر نمود. وی میانگین قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی را به ترتیب ۱۵/۰۲ و ۶/۸ و ۴/۱۱ میکرون اندازه‌گیری کرد. او معتقد است که این مقادیر در حد مناسبی بوده و در نتیجه مقاومت تک تک الیاف در حد مطلوبی است. نامبرده با تعیین ضرائب کاغذسازی نی اظهار می‌کند که نسبت به سایر گیاهان غیرچوبی می‌توان کاغذی با خواص قابل قبول از این ماده ساخت.

فامیلیان (۱۳۷۶) طی مطالعه‌ای که در مورد نی *P. australis* در دو منطقه هورالعظیم و تالاب انزلی انجام داد نتیجه گرفت که فقط بین طول الیاف و قطر حفره سلولی در این دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. وی اختلاف‌های اکولوژیکی دو منطقه را علت آن دانسته و اظهار می‌کند که علت بیشتر بودن طول الیاف در منطقه انزلی نسبت به هورالعظیم، تغذیه بهتر گیاه و توسعه بافت پارانشیمی از یک طرف و افت مقاومت‌های بافت نگهدارنده (استحکامی) و در نتیجه جبران این افت با افزایش طول الیاف از طرف دیگر است.

ترکیب شیمیایی - عمده‌ترین جزء شیمیایی یک گیاه زنده آب می‌باشد. دیواره سلولی گیاه به طور عمده شامل پلیمرهای قندی (کربوهیدراتها) به همراه لیگنین می‌باشد که دارای مقدار کمی مواد استخراجی، پروتئین، نشاسته و ترکیبهای معدنی است. این ترکیبهای که در دیواره اولیه و ثانویه پراکنده شده‌اند از گیاهی به گیاه دیگر و در قسمت‌های مختلف یک گیاه متفاوت می‌باشند. ترکیب شیمیایی گیاهان همچنین بسته به محل رویش، سن، آب و هوا و نوع خاک متغیر می‌باشد. صدها گزارش در مورد ترکیبهای شیمیایی گیاهان مختلف موجود است، لیکن به واسطه عدم ذکر روش آنالیز مربوطه، نتایج با یکدیگر مغایرت دارند. در این نوع گزارشها ارائه اطلاعاتی مربوط به شرایط رویش گیاه و زمان برداشت آن، دستورالعمل و شرایط تجزیه و تحلیل شیمیایی

از اهمیت زیادی برخوردار بوده و بدون این اطلاعات، مقایسه نتایج بدست آمده در آزمایشگاههای مختلف ممکن نیست. جزئیات این اطلاعات که در هر آنالیز شیمیایی باید گزارش شوند به شرح زیر است:

۱- منبع گیاه (الف - مکان رویش، ب- سال رویش، سن رویش، شرایط خاک و استفاده از کود)

۲- نمونه برداری (الف- قسمتهای متخلف گیاه ب- میزان تخریب بیولوژیکی در صورت موجود بودن ج- اندازه نمونه د- روش خشک کردن نمونه ه- زمانی از سال که نمونه برداشت می شود)

۳- روش آنالیز مورد استفاده

۴- روش گزارش

ترکیب شیمیایی عمده گیاهان به صورت زیر می‌باشد:

ماده گیاهی = هولوسلولز + لیگنین + مواد استخراجی + مواد معدنی (خاکستر)
از نظر ساختمانی، سلولز اسکلت، همی سلولز ملاط و لیگنین سلولهای گیاه را به هم متصل می‌کند.

ترکیبهای شیمیایی تأثیر زیادی در ساخت محصول نهایی داشته و تعیین مقدار و نوع این ترکیبهای در مواد فیبری از اهمیت زیادی برخوردارند. در جدول شماره ۲ مقایسه‌ای بین مقدار ترکیبهای شیمیایی دسته‌ای از مواد لیفی مهم انجام گرفته است. همان طور که در پیش نیز عنوان شد این مقادیر به عوامل مختلفی بستگی دارند، بطوریکه در مورد نی *P. australis* بسته به محل رویش آن، مقادیر فوق کاملاً متمایز از یکدیگر هستند. *Wiedermann* (۱۳۸۷) معتقد است که ترکیبهای شیمیایی نی به عنوان گیاهی یکساله در مناطق مختلف جهان متفاوت است (جدول شماره ۳).

جدول شماره ۲ - ترکیبهای شیمیایی برخی از گیاهان لیفی مهم

نوع گیاه	سلولز	لیگنین	پنتوزان	خاکستر	سیلیس
برنج	۲۸-۴۸	۱۲-۱۶	۲۳-۲۸	۱۵-۲۰	۹-۱۴
گندم	۲۹-۵۱	۱۶-۲۱	۲۶-۳۲	۴/۵-۹	۳-۷
جو	۳۱-۴۵	۱۴-۱۵	۲۴-۲۹	۵-۷	۳-۶
جو دوسر	۳۱-۴۸	۱۶-۱۹	۲۷-۳۸	۶-۸	۴-۶/۵
چاودار	۳۳-۵۰	۱۶-۱۹	۲۷-۳۰	۲-۵	۰/۵-۴
باگاس	۳۲-۴۸	۱۹-۲۴	۲۷-۳۲	۱/۵-۵	۰/۷-۳/۵
بامبو	۲۶-۴۳	۲۱-۳۱	۱۵-۲۶	۱/۷-۵	۰/۷
اسپارتو	۳۳-۳۸	۱۷-۱۹	۲۷-۳۲	۶-۸	-
علف سابای	-	۲۲	۲۴	۶	-
نی <i>phragmites sp.</i>	۴۴-۴۶	۲۲-۲۴	۲۰	۳	۲
الیاف بذرتکان	۴۳-۴۷	۲۱-۲۳	۲۴-۲۶	۵	-
کنف	۴۴-۵۷	۱۵-۱۹	۲۲-۲۳	۲-۵	-
جوت	۴۵-۶۳	۲۱-۲۶	۱۸-۲۱	۰/۵-۲	-
شاهدانه	۵۷-۷۷	۹-۱۳	۱۴-۱۷	۰/۸	-
رامی	۸۷-۹۱	-	۵-۸	-	-
کنف	۳۷-۴۹	۱۵-۲۱	۱۸-۲۴	۲-۴	-
جوت	۴۱-۴۸	۲۱-۲۴	۱۸-۲۲	۰/۸	-
آبایکا	۵۶-۶۳	۷-۹	۱۵-۱۷	۳	-
سبزال	۴۷-۶۲	۷-۹	۲۱-۲۴	۰/۶-۱	-
پنبه	۸۵-۹۰	۰/۷-۱/۶	۱-۳	۰/۸-۲	-
سوزنی برگ	۴۰-۴۵	۲۶-۳۴	۷-۱۴	کمتر از ۱	-
پهن برگ	۳۸-۴۹	۲۳-۳۰	۱۹-۲۶	کمتر از ۱	-

منبع: Paper and composites from Agro-Based Resources (1996)

جدول شماره ۳- درصد مقادیر ترکیبهای شیمیایی ساقه نی در هفت منطقه

جهان

منطقه	سلولز	لیگنین	پنتوزان	خاکستر
چین	۵۹/۶	۱۴/۷	۱۸/۲	۱/۲
رومانی	۴۷/۲	۲۲/۹	۲۶/۶	۲/۵
روسیه	۳۶/۴	-	۳۸/۸	۱۰/۴
آلمان	۳۳/۳	۳۵/۸	۱۶/۸	۵/۷
ایتالیا	۴۹/۱	۱۵/۷	۲۳/۷	۶/۵

وی در بررسی دیگری مقدار ترکیبهای شیمیایی بخشهای مختلف نی را نیز که شامل ساقه، گره(بند) و برگها می باشد به صورت مجزا مشخص کرده است (جدول شماره ۴).

جدول شماره ۴ - ترکیبهای شیمیایی بخشهای مختلف نی

نوع ترکیب	ساقه	گره	برگ
سلولز(%)	۴۳/۷-۴۶/۹	۳۴-۳۹/۵	۳۲-۳۴
لیگنین(%)	۲۱-۲۳/۵	۲۳-۲۶	۲۴-۲۵
همی سلولز(%)	۲۷-۳۰	۲۹-۳۴	۳۹-۴۴
خاکستر(%)	۲-۲/۹	۳/۱-۳/۴	۱۰-۱۴/۵
مقدار سیلیس در خاکستر(%)	۸۰-۹۰	۸۶/۹-۹۱	۹۳-۹۶
مقدار انحلال در:			
آب داغ (%)		۲/۶-۶	
سود ۱٪ (%)		۳۰/۱-۳۷/۵	
الکل-بنزن (%)		۲/۵-۳/۱	

Z.Yuan (۱۹۹۱) نیز طی مقاله‌ای مقدار درصد ترکیبهای شیمیایی نی *P. australis* را در چین به شرح زیر اندازه گیری کرد (جدول شماره ۵).

جدول شماره ۵ - ترکیبهای شیمیایی بخشهای مختلف نی

سلولز	پنتوزان	لیگنین	خاکه تر	سیلیس	مواد استخراجی محلول در		
					آب سرد	آب داغ	سود ۱٪
۴۸/۵	۲۲/۷۳	۲۱/۰۱	۴/۴	۲/۵۵	۶/۸۷	۹/۴۷	۳۳/۶۱
							الکل-بنزن ۹/۴۵

Atchison (۱۹۸۷) در کتاب خود مقادیر درصد ترکیبهای شیمیایی این گونه نی را به شرح زیر اندازه گیری کرد (جدول شماره ۶).

جدول شماره ۶ - ترکیبهای شیمیایی بخش های مختلف نی *P. australis*

سلولز	آلفاسلولز	لیگنین	پنتوزان	خاکستر	سیلیس
۵۷	۴۴/۷۵	۲۲/۸	۲۰	۲/۹	۲

جدول شماره ۷ خلاصه‌ای از آنالیز شیمیایی نی بالغ *A. donax* را که توسط محققان مختلف انجام گرفته نشان می‌دهد. اختلاف مقادیر اندازه‌گیری شده می‌تواند ناشی از بکارگیری روشهای مختلف آنالیز بوده لیکن به عنوان شاخص خوبی از طبیعت ترکیبهای این گیاه می‌توان آنها را مقایسه نمود.

جدول شماره ۷ - ترکیبهای ترکیبهای نی بالغ *A. donax* بر مبنای وزن خشک

منبع	سلولز (%)	پتوزان (%)	لیگنین (%)	خاکستر (%)	انحلال مواد در الکل-بنزن (%)
<i>Raitt</i> (۱۹۶۳)	۴۲/۸	۳۳/۶	۹/۴	۷/۴	-
<i>Tomeo</i> و همکاران (۱۹۸۰)	۴۰/۱-۴۴/۴	۲۲/۷-۲۷/۵	۲۳/۴-۲۴/۴	۳/۸-۴/۸	۱۰/۷-۱۱/۹
<i>Jayne</i> و همکاران (۱۹۴۲)	-	۲۴/۳	۱۶/۴	۲/۹	-
<i>Bhat, Virmani</i> (۱۹۵۱)	۵۸	۱۸/۴	۲۲	۳/۶	۶/۸
<i>Javornik, kocevar</i> (۱۹۵۶)	۴۳/۸ (آلفاسلولز)	۲۰/۸	۲۲/۴	۲/۵	-

مأخذ: Arudo donax: Source of Musical Reeds and Industrial Cellulose(1999)

بر اساس اندازه گیریهای انجام شده توسط *Bhat* و *Virmani*، مقدار سلولز نی *A. donax* در مقایسه با چوب (۶۰-۵۰ درصد) و بامبو (۵۷ درصد) مطلوب بوده و نسبت به کاه غلات (۵۲-۴۵ درصد) بهتر است. این نی به طور قابل توجهی دارای لیگنین کمتری نسبت به چوب (۳۰-۲۴ درصد) و مقدار بیشتری نسبت به کاه غلات (۱۹-۱۲ درصد) می باشد و از این نظر نسبت به بیشتر بامبوها (۳۲-۱۴ درصد) مطلوب است. لیگنین از جمله ترکیبهای اصلی است که برای تولید یک خمیر کاغذ خوب باید حذف شود. به عنوان یک قاعد کلی می توان گفت که از گیاهان با مقدار لیگنین کمتر می توان انتظار تولید آسانتر خمیر کاغذ را داشت.

پارسا پزوه و همکاران (۱۳۷۰) در ایران، بر اساس بررسی انجام شده در مورد نی *A. donax* منطقه هورالعظیم مقدار ترکیبهای شیمیایی آن را شامل سلولز، لیگنین، مواد

استخراجی قابل حل در الکل- بنزن و درصد خاکستر به ترتیب ۵۶/۸، ۲۳/۵، ۵/۴ و ۴/۴۹ درصد اندازه‌گیری کردند.

پورسعید (۱۳۷۳) نیز طی اندازه‌گیری این مواد در نی‌های هورالعظیم مقدار سلولز، لیگنین، خاکستر، و مواد استخراجی محلول در استن و الکل را به ترتیب ۵۶/۳۳، ۲۳/۹، ۳/۳۷، ۳/۳ درصد اعلام نمود.

فامیلیان (۱۳۷۶) طی مقایسه‌ای که بین مقدار این مواد در دو منطقه هورالعظیم و تالاب انزلی برای نی *p. australis* انجام داد، اظهار می‌کند که هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین میانگین این مقادیر در دو منطقه وجود ندارد.

لازم به تذکر است که میزان خاکستر، مواد استخراجی و سیلیس از جمله عواملی هستند که می‌توانند در استفاده صنعتی از نی برای تولید کاغذ مشکلاتی را بوجود آورند که این مطلب حائز اهمیت زیادی است.

روش تحقیق :

نمونه برداری - بررسیهای مختلف نشان دادند که سه منطقه جنوب، شمال و شرق ایران از نظر رویشگاه از ظرفیت و توان بالقوه لازم برخوردار بوده که با توجه به وسعت و اهمیت نی غالب و متداول *p.australis* در این سه منطقه به ترتیب از ۳، ۲ و ۱ ناحیه نمونه برداری انجام گرفت (شکل شماره ۱).



شکل شماره ۲- طرح شماتیک محل های نمونه برداری

این نواحی به ترتیب شامل بام دژ، شط علی و رفیع در جنوب (شکل شماره ۴)، آبکنار و شیجان در شمال (تالاب انزلی) (شکل شماره ۳) و هامون در شرق بودند که از هر ناحیه به صورت تصادفی دسته های نی از ۲۰ سانتیمتری سطح آب قطع شد. برای

اندازه گیری میزان رطوبت سرپا، نمونه‌هایی از قسمت‌های مختلف نی‌ها بریده شدند و داخل پلاستیک قرار داده شده و نمونه‌ها به آزمایشگاه بخش تحقیقات علوم چوب و کاغذ منتقل شد.

به منظور تهیه نمونه‌های لازم برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف و ترکیب‌های شیمیایی، برگ‌ها و سایر زوائد حذف شدند و با استفاده از وسایل مناسب برای دو اندازه‌گیری فوق به ترتیب، تراشه و آرد از ساقه نی تهیه شد.

اندازه‌گیری ابعاد الیاف - به منظور اندازه‌گیری طول، قطر، قطر حفره و ضخامت دیواره سلولی الیاف، به صورت تصادفی تراشه‌هایی از قسمت‌های مختلف نی‌های شش ناحیه تهیه شدند و نمونه‌های مربوط به سه ناحیه جنوب و دو ناحیه شمال با هم مخلوط شد. همچنین این اختلاط برای دو نمونه منطقه شمال انجام گرفت. برای جداسازی الیاف نی، اسید استیک و آب اکسیژنه به نسبت مساوی در داخل لوله‌های آزمایش ریخته شد. در لوله‌های آزمایش را بسته و به مدت ۲۴ ساعت نمونه‌ها در گرمخانه^۱ با دمای ۶۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها به وسیله آب مقطر شستشو شدند و الیاف به وسیله تکان دادن شدید لوله جدا شده و ابعاد ۳۰ عدد فیبر به طور تصادفی توسط میکروسکوپ مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند و ضرائب تبدیل مربوطه لحاظ شدند. در خاتمه ضرائب مربوط به کاغذسازی محاسبه شدند.

شکل شماره ۲- تالاب انزلی و دو ناحیه نمونه برداری در شرق و غرب آن
(شیجان و آبکنار)

شکل شماره ۳- سه ناحیه نمونه برداری در جنوب

اندازه‌گیری ترکیبهای شیمیایی - برای اندازه‌گیری ترکیبهای شیمیایی نی، ابتدا تراشه‌هایی از قسمت‌های مختلف نی تهیه شد. براساس روش آماده‌سازی مواد برای آنالیز شیمیایی (T 264 om-88) روش آزمون TAPPI، توسط یک دستگاه آسیاب آزمایشگاهی تراشه‌ها به آرد تبدیل شده و بعد از الک با مش ۴۰ عبور داده شد. پس از اندازه‌گیری میزان رطوبت آرد نی، اندازه‌گیری هریک از ترکیبهای شیمیایی به شرح زیر در چهار تکرار و با روش آزمون TAPPI انجام گرفت:

اندازه‌گیری مواد استخراجی محلول در استن: T 204 om-88

اندازه‌گیری خاکستر: T211 om-85

اندازه‌گیری سلولز: روش Crushner به نقل از کتاب Fengel-۱۹۸۹

اندازه‌گیری لیگنین: T222 om-88

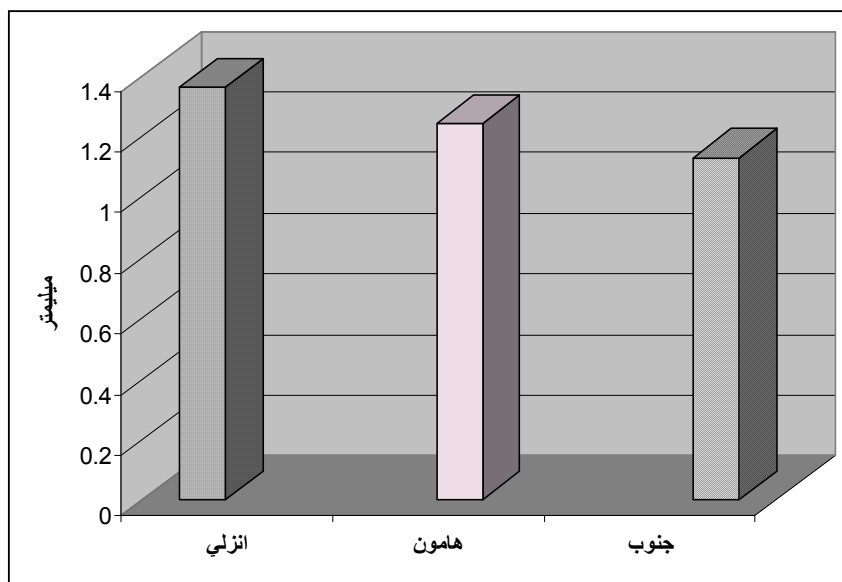
روش آماری - به منظور بررسی مقایسه‌ای ابعاد ییاف و میزان ترکیبهای شیمیایی نی *P. australis* در سه منطقه جنوب، شمال و شرق ایران، از آزمون F استفاده شد. به دلیل تفکیک نواحی شش گانه، در مورد اندازه‌گیری میزان ترکیبهای شیمیایی و در واقع عدم تساوی تکرارها در سه منطقه فوق (تعداد نواحی نمونه‌برداری در مناطق) طرح آماری نامتعادل^۱ تشخیص داده شد و اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار Agrobase مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در مواردی که اختلاف معنی‌داری بین نواحی و یا مناطق وجود داشت، مقایسه و گروه‌بندی میانگینها با استفاده از آزمون دانکن^۲ در سطح احتمال ۰.۵ انجام گرفت.

1-Non ortogonal

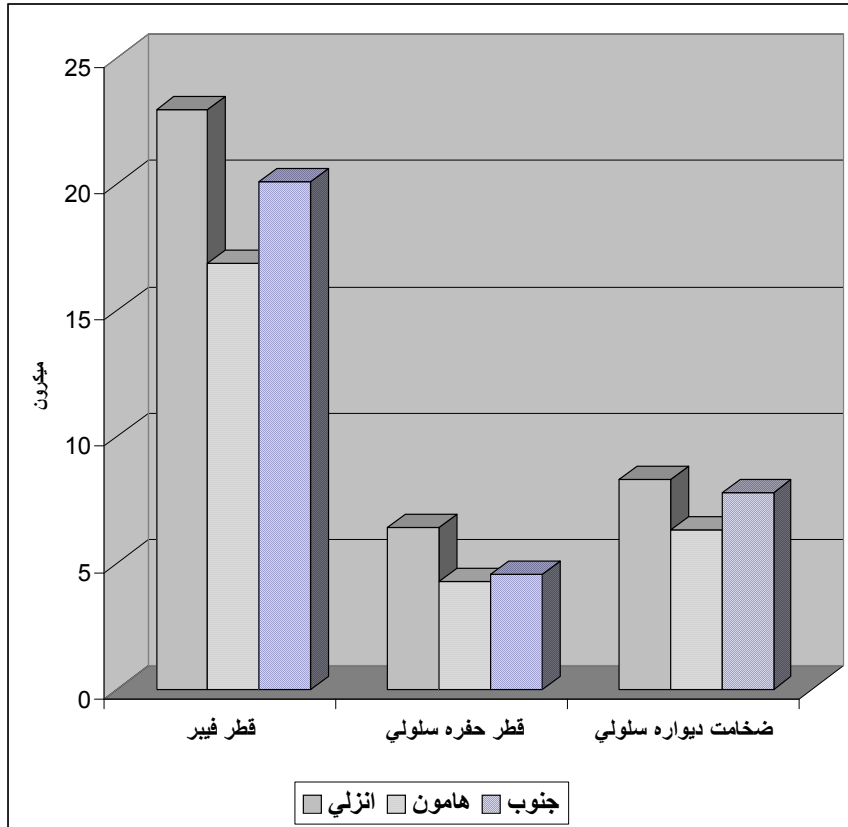
2-Multiple test of dunken

نتایج:

ابعاد الیاف - میانگین نتایج اندازه‌گیریهای انجام شده در مورد ابعاد ۳۰ عدد فیبر نی *P. australis* در مناطق شمال، شرق و جنوب و ضرایب کاغذسازی مربوطه محاسبه شدند (جداول شماره ۹ و ۸). مقایسه این نتایج با استفاده از آزمون F نشان داد که در سطح ۵٪ بین قطر فیبرها و ضخامت دیواره سلولی آنها در سه منطقه اختلاف معنی‌دار است. لیکن بین طول فیبر و قطر حفره سلولی در این مناطق اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جداول شماره ۱۱-۸).



نمودار شماره ۱- مقایسه طول فیبر نی *P. australis* در سه منطقه



نمودار شماره ۲- مقایسه ابعاد الیاف نی *P. australis* و گروه‌بندی آنها در سه منطقه

مقایسه میانگینهای مربوط به قطر فیبر با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۵ نشان می‌دهد که مناطق شمال و جنوب از این نظر در دو گروه مختلف و منطقه شرق در بین این دو گروه جای می‌گیرد.

از نظر میانگین ضخامت دیواره سلولی دو منطقه شمال و جنوب در یک گروه و منطقه شرق در گروه دیگر قرار می‌گیرد (نمودار شماره ۱)

جدول شماره ۸ میانگین نتایج بدست آمده ابعاد الیاف نی *P. australis* در سه

منطقه

منطقه	ابعاد الیاف	طول فیبر (mm)L	$\delta n-1$	قطر الیاف (μ) d	$\delta n-1$	قطر حفره سلولی (μ) c	$\delta n-1$	ضخامت دیواره سلولی (μ) p	$\delta n-1$
شمال		۱/۳۹	۰/۶۴	۲۲/۹۱	۸/۸۸	۶/۴۱	۶/۸۶	۸/۲۵	۲/۵۶
شرق		۱/۲۴	۰/۵	۱۶/۸۴	۵/۷۰	۴/۲۷	۳/۵۸	۶/۲۸	۲/۰۳
جنوب		۱/۱۳	۰/۴۷	۲۰/۰۹	۸/۴۹	۴/۵۳	۳/۵۴	۷/۷۸	۳/۳۳

جدول شماره ۹ - ضرایب کاغذسازی الیاف نی *P. australis* در سه منطقه

منطقه	ضریب	انعطاف پذیری (۱)	مقاومت به پارگی (۲)	درهم رفتگی (۳)
شمال		۲۷/۹۸	۲۵۷/۴۱	۶۰/۶۷
شرق		۲۵/۳۶	۲۹۴/۱۴	۷۳/۶۳
جنوب		۲۲/۵۵	۳۴۳/۴۹	۵۶/۲۵

$$(۱) \frac{L}{d} \quad (۲) \frac{2p}{c} \times 100 \quad (۳) \frac{c}{d} \times 100$$

چوب و کاغذ ایران

۳۰

جدول شماره ۱۰ - تجزیه واریانس طول الیاف نی *P. australis* در سه منطقه

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F	احتمال
بین مناطق	۲	۱/۰۷	۰/۵۴	۱/۸۲	۰/۱۷ n.s.
داخل مناطق	۸۷	۲۵/۶۰	۰/۲۹		
کل	۸۹	۲۶/۶۷			

n.s. اختلاف معنی دار نیست

جدول شماره ۱۱ - تجزیه واریانس قطر الیاف نی *P. australis* در سه منطقه

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F	احتمال
بین مناطق	۲	۵۵۳/۲۳	۲۷۶/۶۱	۴/۵۲	۰/۰۱۳*
داخل مناطق	۸۷	۵۳۲۱/۲۶	۶۱/۱۶		
کل	۸۹				

* اختلاف در سطح ۵٪ معنی دار است

جدول شماره ۱۲ - تجزیه واریانس قطر حفره سلولی الیاف نی *P. australis* در سه منطقه

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F	احتمال
بین مناطق	۲	۸۱/۷۳	۴۰/۸۷	۱/۶۹	۰/۱۹ n.s.
داخل مناطق	۸۷	۲۱۰۱/۵۱	۲۴/۱۵		
کل	۸۹				

n.s. اختلاف معنی دار نیست.

جدول شماره ۱۳- تجزیه واریانس ضخامت دیواره سلولی الیاف

نی *P. australis* در سه منطقه

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F	احتمال
بین مناطق	۲	۶۳/۱۸	۳۱/۵۹	۴/۳۶	۰/۰۱۶*
داخل مناطق	۸۷	۶۳۰/۶۵	۷/۲۵		
کل	۸۹				

* اختلاف در سطح ۵٪ معنی دار است

میزان ترکیبهای شیمیایی: نتایج اندازه گیری میزان سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در استن و خاکستر در سه منطقه شمال، شرق و جنوب و شش ناحیه آنها با استفاده از آزمون F بر طبق جداول تجزیه واریانس (جداول شماره ۱۴ تا ۲۱) نشان می دهند که بین کلیه مقادیر این ترکیبهای در سه منطقه و شش ناحیه آنها اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد. مقایسه میانگین مقادیر این ترکیبهای با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪، مناطق و نواحی آنها را در گروههای متفاوتی قرار می دهد (نمودارهای شماره ۲ و ۳).

از نظر میزان سلولز، منطقه شمال و دو ناحیه آن در یک گروه قرار گرفته و مناطق شرق و جنوب و نواحی آنها در گروه دیگر قرار می گیرند. منطقه شمال از این نظر با میانگین ۶۰/۷۲ درصد، بیشترین مقدار سلولز را داراست.

به لحاظ مقدار لیگنین دو منطقه شمال و شرق در یک گروه قرار می گیرند در حالی که منطقه جنوب در گروه دیگری جای می گیرد. از این حیث نواحی بام دژ و شط علی در یک گروه و سایر نواحی در گروه بعدی قرار می گیرند. ناحیه آبکنار منطقه شمال

(غرب تالاب انزلی) با میانگین ۲۰/۶۴ درصد، کمترین مقدار لیگنین را در بین نواحی شش گانه داراست.

بین میزان مواد استخراجی محلول در استن سه منطقه، با توجه به جدول شماره تجزیه واریانس مربوطه اختلاف معنی دار می باشد و هر یک از مناطق در گروه مجزایی قرار می گیرند. نواحی سه گانه جنوب در یک گروه و ناحیه شیجان تالاب انزلی در گروه دوم و نواحی هامون و آبکنار در گروه سوم قرار می گیرند.

مقایسه میانگین مقادیر خاکستر نشان می دهد که منطقه شمال با میانگین ۳/۷۰ درصد بیشترین مقدار خاکستر را داشته و منطقه جنوب از این نظر در یک گروه و مناطق شرق و شمال در گروه دیگری جای می گیرند. بین میزان خاکستر نواحی سه گانه جنوب اختلاف معنی داری در سطح ۰.۵٪ وجود نداشته و بدین لحاظ در یک گروه قرار می گیرند، همچنین سه ناحیه متعلق به مناطق شرق و شمال در گروه دوم قرار می گیرند.

جدول شماره ۱۴- تجزیه واریانس میزان سلولز نی *P. australis* در سه منطقه

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F	احتمال
بین مناطق	۲	۸۹/۸۳	۴۴/۹۲	۶۷	۰/۰۰۰**
داخل مناطق	۲۱	۱۴/۰۸	۰/۶۷		
کل	۲۳	۱۰۳/۹۱			

C.V.=۱/۴۱.

** در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار است

جدول شماره ۱۵- تجزیه واریانس میزان لیگنین نی *P. australis* در سه منطقه

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F	احتمال
بین مناطق	۲	۱۰/۲۱	۵/۱۰	۸/۴۵	۰/۰۰۲**
داخل مناطق	۲۱	۱۲/۶۹	۰/۶۰		
کل	۲۳	۲۲/۹۰			

** در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار است. C.V.=۳/۵۹

جدول شماره ۱۶- تجزیه واریانس میزان مواد استخراجی نی *P. australis* در سه منطقه

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F	احتمال
بین مناطق	۲	۴۸/۴۱	۲۴/۲۱	۱۳۸/۳۶	۰/۰۰۰**
داخل مناطق	۲۱	۳/۶۷	۰/۱۷		
کل	۲۳	۵۲/۰۹			

** در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار است. C.V.=۱۴/۵۱.

جدول شماره ۱۷- تجزیه واریانس میزان خاکستر نی *P. australis* در سه منطقه

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F	احتمال
بین مناطق	۲	۱۰/۷۲	۵/۳۶	۵۷/۱۹	۰/۰۰۰**
داخل مناطق	۲۱	۱/۹۷	۰/۰۹		
کل	۲۳	۱۲/۶۹			

** در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار است. C.V.=۱۰/۰۶.

جدول شماره شماره ۱۸- تجزیه واریانس میزان سلولز نی *P. australis* در شش ناحیه

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F	احتمال
بین نواحی	۵	۹۳/۷۷	۱۸/۷۵	۳۳/۲۸	۰/۰۰۰**
داخل نواحی	۱۸	۱۰/۱۴	۰/۵۶		
کل	۲۳	۱۰۳/۹۱			

** در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار است

جدول شماره شماره ۱۹- تجزیه واریانس میزان لیگنین نی *P. australis* در شش ناحیه

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F	احتمال
بین نواحی	۵	۱۴/۵۹	۲/۹۲	۶/۳۲	۰/۰۰۱**
داخل نواحی	۱۸	۸/۳۱	۰/۴۶		
کل	۲۳	۲۲/۹۰			

** در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار است

جدول شماره شماره ۲۰- تجزیه واریانس میزان مواد استخراج نی *P. australis* در شش ناحیه

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F	احتمال
بین نواحی	۵	۵۰/۵۹	۱۰/۱۲	۱۲۱/۵۰	۰/۰۰۰**
داخل نواحی	۱۸	۱/۵۰	۰/۰۸۳		
کل	۲۳	۵۲/۰۹			

** در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار است

جدول شماره شماره ۲۱- تجزیه واریانس میزان خاکستر نی *P. australis* در شش ناحیه

منبع تغییرات	DF	SS	MS	F	احتمال
بین نواحی	۵	۱۰/۷۵	۲/۱۵	۱۹/۹۵	۰/۰۰۰**
داخل نواحی	۱۸	۱/۹۴	۰/۱۱		
کل	۲۳	۱۲/۶۹			

** در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار است



نمودار شماره ۲- ترکیبهای شیمیایی نی *P. australis* و گروه بندی در سه منطقه



نمودار شماره ۳ - ترکیبهای شیمیایی نی *P. australis* و گروه بندی در شش ناحیه

بحث:

ابعاد الیاف یک ماده خام سلولزی در انتخاب نوع محصول کاغذی مورد نظر از آن اهمیت زیادی دارد. طول الیاف گاهی اوقات تأثیر مشخص بر کیفیت محصول دارد. در تعیین ارزش محصول نهایی، ضخامت دیواره سلولی از نظر اهمیت با طول الیاف مشابه می‌باشد. عقیده عمومی بر این مبتنی است که مسئول بروز کاستی‌هایی در خواص اصلی کاغذ، الیاف کوتاه هستند در صورتی که مشکل اصلی به ضخامت دیواره سلولی که مبین وزن مخصوص است مربوط می‌باشد.

باتوجه به موارد فوق صرفاً نمی‌توان با در نظر گرفتن یکی از ابعاد الیاف ماده خام، مثل طول آنها، درمورد ساخت محصول مورد نظر برآورد قطعی کرد. همانطور که جدول شماره ۸ نیز نشان می‌دهد، منطقه شمال باوجود داشتن الیافی با طول بیشتر نسبت به منطقه شرق، دارای ضریب درهم رفتگی (لاغری) کمتری است و دلیل آن این است که ضخامت دیواره سلولی الیاف در منطقه شرق به مراتب کمتر از شمال است. بررسی‌های بیشتر به منظور تحقیق در مورد تعیین خواص محصولات کاغذی ساخته شده از این نی بدلائل فوق احساس می‌شود.

میزان ترکیبهای شیمیایی یک ماده لیگنو سلولزی اهمیت زیادی در ساخت نوع محصول دارد که در این خصوص برای تهیه کاغذهای مرغوب‌تر، میزان سلولز زیاد و لیگنین کم ماده اولیه از الویت برخوردار است. در فرآیندهای شیمیایی تهیه خمیر و کاغذ هر چه میزان لیگنین ماده اولیه کمتر باشد مصرف انرژی، ماده شیمیایی و میزان پس‌آب^۱ کمتر خواهد بود که این موارد بطور قابل توجهی در افت هزینه‌های جاری تولید تأثیر خواهند گذاشت.

نکته قابل توجه از این نظر این است که میزان متوسط مقدار سلولز نی *p.australis* در هر سه منطقه مورد بررسی از بسیاری گونه‌های چوبی و غیرچوبی ایران بیشتر می‌باشد که این مطلب مؤید مناسب بودن این ماده خام برای تهیه خمیر کاغذ می‌باشد که با توجه به نتایج این بررسی‌ها، منطقه و نواحی شمال (تالاب انزلی) با بیشترین مقدار سلولز و کمترین مقدار لیگنین در الویت قرار دارند.

مواد استخراجی شامل ترکیبهای آلی هستند که در فرآیندهای تولید خمیر کاغذ و کاغذسازی مشکلاتی از جمله قیری کردن^۱ تجهیزات را باعث می‌شوند که هزینه زیادی را باید جهت شستشوی این مواد از تجهیزات خمیر و کاغذسازی پرداخت. بنابراین هر ماده حاوی سلولز که دارای کمترین مقدار از این نوع مواد باشد برای تولید خمیر و کاغذ مناسب‌تر خواهد بود. با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده منطقه شرق و نواحی آبکنار و هامون از این نظر در الویت می‌باشند.

خاکستر شامل ترکیبهای معدنی موجود در ماده لیگنوسلولزی است که در نی قسمت عمده خاکستر شامل سیلیس است. خاکستر نیز بعنوان عامل منفی در تهیه خمیر و کاغذ مطرح است به طوری که برخی از انواع کاغذ و مقوا الزاماً باید حد معینی از خاکستر را دارا باشند. علاوه بر این سیلیس موجب کند شدن ابزار قطع (مثل خردکن‌ها)،

پوسته شدن^۲ تجهیزات و بروز مشکلاتی در بازیافت مواد از مایع پخت می‌شود. نتایج بدست آمده حاکی از این است که منطقه جنوب با بیشترین مقدار خاکستر و مناطق شمال و شرق با کمترین مقدار خاکستر در دو گروه قرار گرفته است.

^۱ - Pitch

^۲ - Plug

نی *P. australis* در مجموع از این حیث در بین سایر گیاهان غیرچوبی دارای مقدار کمتری خاکستر است که مطلوبیت آنرا افزایش می‌دهد. در ارتباط با میزان ترکیبهای شیمیایی ماده خام سلولزی، مدت زمان نگهداری از زمان برداشت تا مصرف آن اهمیت زیادی در ساخت محصول مورد نظر دارد. به عنوان مثال در تهیه خمیر کاغذ، میزان مواد استخراجی و خاکستر پس از گذشت زمان افت نموده که بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند به منظور افت این دو ترکیب ضروری است که سیستم ^۱ FiFO اعمال شود و این مدت زمان نگهداری حدود سه ماه تخمین زده می‌شود.

در مجموع با توجه به اندازه‌گیریهای مربوط به ابعاد فیبر و ترکیبهای شیمیایی نی *P. australis* می‌توان گفت که نتایج حاصله مؤید این مطلب است که از نظر این دو خصوصیت مهم، منطقه شمال در اولویت اول و مناطق شرق و جنوب در اولویتهای بعدی قرار می‌گیرند لیکن امکان عملی برداشت این نی در حال حاضر به دلیل مسائل زیست محیطی و اقتصادی از منطقه جنوب خصوصا هورالعظیم مهیاتر می‌باشد. نی *P. australis* با در نظر گرفتن خصوصیات مورد اندازه‌گیری در این تحقیق، می‌تواند به عنوان ماده مناسبی برای تامین بخشی از کمبود ماده اولیه سلولزی صنایع خمیر و کاغذ کشور مطرح باشد.

پیشنهادات:

- ۱- به منظور برآورد دقیق مقدار بیوماس نی در منطقه هورالعظیم که امکان برداشت نی مهیاتر است، ضروری است بررسی دقیقی با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای و عملیات صحرائی توأمأ انجام پذیرد.
- ۲- با توجه به اینکه نی *Arundo donax* از نظر مقدار در کشور پس از نی مورد مطالعه در این تحقیق قرار دارد، بررسی انجام شده در مورد این گونه نیز انجام پذیرد.
- ۳- لزوم بررسی تهیه خمیر کاغذ و نیز سایر محصولات سلولزی نظیر فرآورده‌های مرکب از نی تاکید می‌گردد.

منابع:

- ۱- امیری، س. ۱۳۷۲. بررسی اقتصادی نيزارهای هورالعظیم برای استفاده در صنایع لیگنو سلولزی، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۶، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ۲- پارسا پژوه، د. و همکاران، ۱۳۷۰. گزارش نهایی بررسی امکان استفاده از نيزارهای هورالعظیم، اداره کل تحقیقات صنعتی وزارت صنایع.
- ۳- پورسعید، ح. ۱۳۷۳. هورالعظیم، قابلیت‌ها، صنایع و امکانات، «پوشش گیاهی هورالعظیم و امکان استفاده از آن»، وزارت جهاد سازندگی، مرکز حفظ و نشر آثار دفاع مقدس.
- ۴- پورسعید، ح. ۱۳۷۳. بررسی امکان بهبود خصوصیات خمیر حاصل از باگاس با استفاده از نی هورالهویزه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۵- فامیلیان، ح. ۱۳۷۳. بررسی مقایسه‌ای خصوصیات بیولوژیکی، آناتومیکی، فیزیکی و شیمیایی نی در نيزارهای هورالعظیم و انزلی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- ۶- فائزی پور، م. ۱۳۷۵. مطالعه امکان تهیه تخته مس و خمیر کاغذ از نی، محله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۸، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- 7- Al- Edany, Ty. 1978. Ecological studies on common Reed phragmites australis (cav.) Trin, ex stand in shatt. Al-arab, Iraq.
- 8- Arundo donax .1999. Source of Musical Reeds and industrial Cellulose. <http://wuarchive.Wustl.Edu/doc/misc/org/doublereeds/general/cane.Html>.

-
- 9- Atchison, J. E, 1987. The future of non-wood plant fibers in pulp and papermaking, Pulp and Paper Manufacture, vol. 3.
- 10-Atchison, J. E, 1987. Data on non-wood plant fibers, pulp and paper manufacture, vol. 3.
- 11-Casey, J. 1980. Pulping of reeds, pulp and paper third edition, vol.1.
- 12-Fengel D. 1989. Wood chemistry, ultrastructure, Type Setting and Printing wagner GmbH, printed in Germany.
- 13-Hackl, H. H, Ehling, w. p, small pulp and paper mills in developing countries and the recovery systems, No. 3 appropriate industrial technology for paper producing and small pulp mills, united nations industrial development organization.
- 14-Mattke, wolfgang The suitability of arundo reed (Arundo donax) as raw material for paper industry.
- 15-Onofry, A. 1952. The Industrial cultivation of A. donax in Ramallo-Argentina, Rev. Argent. , Agron, 19(3),133-9.
- 16-Rowell, M.; Young, R.A. 1997. Paper and Composites from Agro-Based Resources, Lewis publishers, CRC press, Inc.
- 17-Sawhney, chemical pulping of eta reed at Hindustan newsprint, Hindustan newsprint ltd, hindustan paper corp, newsprint Nogat (KERALA).
- 18-TAPPI Test Methods.1992. TAPPI press.
- 19-Unido, Mills using reed of have used it in the past.
- 20-Wiedermann, A., 1987, Reeds, Pulp and paper manufacture, vol. 3.
- 21-Wiedermann, A. 1961. Doctoral Dissertation, University of Grenoble, France.
- 22-Wolfgang, M. Escher wyss Ltd. , Research Department of the paper Machinery Division, D-798 Ravensburg.
- 23-Yuji. Yu, Reed pulping in china, Academy of science, Ministry of light industry, Beijing, P. R. C.
- 24-Yuan, z.; Ying sheng, Y. 1991. A study on Alkaline cooking of Deji-Reed, Hanyang paper mill, Hubei, P. R.C

The Comparison of fiber biometry and chemical components of *P. australis* for papermaking

By

**Mahdavi S., Hosseinzadeh A., Hosseinfamilian H.
Habibi M. and Fakhrian A.**

**Wood and Paper Science Research Division
Research Institute of Forests & Rangelands
P.O. Box, 13185-116, Tehran-Iran
Fax: 6026575
E- mail: Smahdavi@rifr-ac.org**

Abstract

In order to evaluate reed as a raw material for wood & paper industries, three main regions of Iran consist of South, North and East were selected for this study. *Phragmites australis* is dominant species in these regions and this study concentrated on it as well.

Chemical components and biometry of fibers were determined with four and thirty replications respectively. Statistical analysis showed that there were no significant differences among three regions in fiber length and lumen diameter but reversely fiber width and cell wall thickness showed significant differences. The highest fiber length mean was measured at 1.39 for North (Anzali). Coefficients of papermaking of fibers also were calculated for each region. Biometrical fiber results, showed that *P. australis* has good fiber compar to the Iranians hardwoods as papermaking.

The results also showed that there are significant differences between regions and subregions at %5 level. North had the highest and lowest cellulose and lignin contents respectively. These result also proved that *P. australis* is one of the best Iranians' raw material as cellulose and lignin contents between the others.