



Woodiconf-16

کلینیک آسیب شناسی چوب و معرفی آلترناتیوهای صرفه جویی در بزرگترین کارخانه کاغذسازی کشور

مسعود نادری ورنیدی^۱، رامید فروزانفر^۲، احمد ثمریها^۳

۱. دکترای تخصصی مدیریت جنگل و کارشناس اداره منابع طبیعی شهرستان ساری

۲. مدرس و مربی آموزشی صنایع چوب و کاغذ کشور

۳. استادیار گروه صنایع چوب دانشگاه فنی و حرفه ای تهران

چکیده

در صنایع چوب و کاغذ مازندران ، قیمت چوب در بین کلیه عوامل تاثیر گذار در قیمت تمام شده کاغذ نهائی ، بیش از ۴۵٪ گزارش شده است. لیکن در همین راستا ، در طی دو دهه فعالیت مجموعه بزرگ چوب و کاغذ مازندران ، تغییرات متعددی در حوزه جنگل و صنعت در خصوص این فراورده (چوب) اعم از درون سازمانی و برون سازمانی شکل گرفته که برخی از آنها خواسته و برخی از آنها بطور ناخواسته صورت پذیرفته اند . لیکن عوارض حاصل از رخداد هر کدام از این تغییرات ، نه تنها در ساحتار کلی فرایند تامین ، تبدیل و مصرف چوب تاثیر گذار بوده اند ، بلکه در اقتصادی یا غیر اقتصادی کردن تولید نیز نقش موثری ایفا نموده اند. بنابراین با عنایت به اهمیت موضوع ، در این طرح پژوهشی تلاش گردید تا با تشریح عوامل موثر در تغییرات، تحلیل عوارض و تشریح خسارات ناشی از بروز هر یک از این رخدادهای تحمیلی بر پیکره چوب و کاغذ مازندران ، ضمن معرفی ایستگاههای صرفه جوئی در حوزه چوب ، پتانسیلهای اصلاحی - ترمیمی ممکن نیز با هدف کاهش هزینه ها و افزایش بهره وری سیستم مورد ارزیابی قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: یارد چوب ، تبدیل چوب ، ایستگاههای صرفه جوئی ، چوب و کاغذ مازندران

اهمیت چوب و نقش آن در قیمت تمام شده

با توجه به رونق تفکر توسعه صنعتی پایدار در دهه های اخیر و افزایش تمایل به پیشرفت های صنعتی با رویکرد حفظ توانمنافع اقتصادی ، منافع اجتماعی و منافع زیست محیطی بشر ، همگامی با این تغییرات مستلزم استقبال از چالشهای مثبت یا منفی خواسته یا ناخواسته در حوزه های صنعتی بوده است . لیکن در اینخصوص ، صنایع وابسته به فراورده های جنگلی بالاخص صنایع



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی

۱۴۰۲ آذر ۲۸

ایران - تهران

چوبی نیز از این قاعده مستثنی نبوده اند، به نحوی که بدلیل روند صعودی افزایش جمعیت دنیا ، افزایش گرایش مردم به سمت استفاده از چوب به عنوان یک کالای مهندسی برتر و جایگزین مناسب برای انواع فلزات و همچنین گرایش روز افزون به سمت استفاده از مواد اولیه ای با دغدغه های زیست محیطی کمتر ، مقوله استفاده از فراورده های چوبی توسعه چشمگیری داشته ، لذا این فشارها منجر به کاهش منابع جنگلی دنیا بالاخص در کشورهای فقیراز منظر پوشش جنگلی گردیده که ماحصل این اتفاقات ، پذیرش و تحمل عوارض مثبت یا منفی ناشی از این چالشها بوده است. لذا در همین راستا تلاش گردید تا در این تحقیق میدانی ، چوب و کاغذ مازندران در قالب بزرگترین مصرف کننده چوب کشور ، به عنوان الگوی مطالعاتی قرار گیرد تا ضمن تحلیل خسارات وعوارض ناشی از این تغییرات ، نسبت به معرفی آلترناتیوها و ایستگاههای صرفه جوئی نیز ارزیابی های لازم انجام پذیرد تا بتوان از این طریق الگوی مدیریتی مناسبی برای سایر صنایع وابسته به چوب تجویز نمود.

معرفی چوب و کاغذ مازندران (بزرگترین کارخانه کاغذ سازی ایران):

صنایع چوب و کاغذ مازندران، بزرگترین تولید کننده انواع کاغذ در ایران، با ظرفیتی معادل ۱۷۵۰۰۰ تن در سال از انواع کاغذهای فلوئینگ، روزنامه و چاپ و تحریر می باشد. این شرکت در شمال کشور، در ناحیه جنوب شرقی شهرستان ساری و در کنار جنگلهای شمال احداث شده و از سال ۷۶ تا کنون، در حال فعالیت و تولید محصول میباشد. این شرکت دارای چندین محصول و دو خط تولید است که تاکنون توانسته علاوه بر تأمین کاغذ برای بازار داخلی، مقداری از محصولات تولیدی خطوط خود را به بازارهای خارج از کشور صادر کند. به جرات می توان این شرکت را بزرگترین مصرف کننده منابع لیگنوسلولزی در ایران محسوب نمود که خط تولید آن برای استفاده از درختان پهن برگ طراحی شده است، ولیکن در شرایط حاضر بدلیل برخی محدودیتهای موجود ، با تلاش متخصصان آن صنعت امکان تامین بخشی از مواد اولیه مورد نیاز آن از طریق سایر منابع چوبی غیر جنگلی و جایگزینی خمیر و کاغذ بازیافتی میسر گردیده است.

معرفی اطاق های تبدیل چوب:

با توجه به محدودیتهای موجود در فعالیتهای بخش جنگل ، عمدتاً مقطوعات وارده به یارد اغلب صنایع چوبی ، دارای ابعاد متفاوتی میباشند. بنابراین هر صنعتی با توجه به نوع کاربرد و محدودیتهای ماشین الات موجود اقدام به انجام برش های متعددی جهت تبدیل مقطوعات چوبی مینماید که ماحصل آن چیزی جز استقبال از ضایعات مشهود و نامشهود غیرقابل اجتناب نیست. در شرکت چوب و کاغذ مازندران، در واحد آماده سازی و تبدیل چوب به چیپس، پس از پذیرش ، ارزیابی ، انبارش (ماندگاری موقت در داراب ها) ، اصلاحات مقدماتی ابعادی (طول و قطر) و انجام عملیات پوست کنی، مقطوعات بدون پوست وارد دستگاه خردکن شده و خرده چوبهای تولید شده، در مرحله بعد، توسط دستگاه غربال، کلاسه بندی شده و سپس خرده چوبهای با ابعاد مناسب، به محل دپوی چیپس مورد نظر، هدایت می گردند.

اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۱۴۰۲ آذر ۲۸
ایران - تهران



	Saw milling	Plywood manu.	Particle Board manu.	Integrated Operations
	%	%	%	%
Finished Product (Range)	45-55	40-50	85-90	65-70
Finished Product (Average)	50	47	90	68
Residues	43	45	5	24
Losses	7	8	5	8
Total	100	100	100	100

شکل ۱، وضعیت تبدیل چوب در صنایع چوبی (بر اساس آمار سازمان FAO)

بنابراین با احتساب مصرف چوب سالانه ۲۵۰۰۰۰ تن در مجتمع چوب و کاغذ مازندران و احتساب میزان ضایعات ناشی از رطوبت اولیه چوب (۴۰٪)، ضایعات تبدیل فیزیکی چوب (۲۰٪) و ضایعات تبدیل شیمیائی چوب (۲۰٪)، به سهولت می توان میزان کل ضایعات سالانه حاصل از تبدیل چوب به خمیر را حدوداً " بیش از ۶۰٪ برآورد نمود که رقم قابل ملاحظه ای میباشد .

*The **cost factor** distribution of mechanical pulp made from softwood according to Diesen 1998.*

Raw material (wood) **32.7 %**

Chemicals	9.2
Packing materials	2.7
Energy	18.1
Operating materials	4.9
Maintenance materials	7.6
Personnel and administration	18.8
Others	5.9

شکل ۲، مثالی از درصد سهم ماده اولیه چوبی در قیمت تمام شده در یک کارخانه تولید خمیر کاغذ



توسعه مکانیزمهای بهره برداری

در حوزه بهره برداری از جنگل تا چندی پیش ، دید حاکم بر فعالیتهای حوزه جنگل عمدتاً " فنی- اقتصادی و با هدف افزایش حجم چوب بوده و از شیوه های غیر اصولی قطع و برشهای یکسره استفاده میکردید و در عمل توجه خاصی به امر توسعه جنگل صورت نمی پذیرفت و ماحصل این تصمیمات ، تخریب وسیع جنگل ها و نابودی برخی از گونه های با ارزش بوده است. لیکن با جایگزینی روشهای جدید و علمی تر نظیر روشهای گروه گزینی یا تک گزینی تلاش گردید تا ارزش تجاری و اقتصادی جنگل ها بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد و این امر در واقع آغاز تغییرات از روشهای بهره برداری سنتی به سمت روشهای بهره برداری پیشرفته یا صنعتی بوده است.



قطع یکسره (Clearcutting)



پناهی (Shelterwood system)



گروه گزینی (Group selection system)



تک گزینی (Single tree selection system)



شکل دو ، معرفی انواع روشهای بهره برداری

توسعه جنگلهای دست کاشت



جنگلهای زیادی در دنیا دستخوش تغییرات گردیدند و از حالت طبیعی به جنگلهای مصنوعی تغییر یافتند. در این جنگلها، میانگین ابعادی موجودی درختان سرپا کاهش یافته و پس از بهره برداری، باید مقطوعات بیشتری از نظر تعداد در یک حجم مشابه از چوب آلات جابجا گردند که این مسئله یقیناً "منجر به افزایش هزینه های بهره برداری خواهند شد.

VIRGIN TO PLANTATION FOREST



↓ DIMENSION OF TREE STANDING

شکل ۳، تصاویری از درختان سرپا در جنگلهای طبیعی و دست کاشت

توسعه گونه های سریع الرشد در اراضی کم بازده

امروزه با توجه برنامه های توسعه ای کشور در حوزه فراورده های چوبی در کنار تخریب گسترده منابع محدود جنگلی و سرانه ۰.۲ هکتاری جنگل در ایران، اهمیت کاشت گونه های تند رشد خصوصاً " صنوبر و اکالیپتوس جهت تامین نیازهای چوبی کشور جایگاه ویژه ای یافته است. در این بین چوب و کاغذ مازندران در طی سنوات اخیر، ضمن توسعه و ترویج زراعت گونه های سریع الرشد (بواسطه سرعت رشد بالا و تولید چوب مناسب در واحد سطح و همچنین برخورداری از ساختار شیمیائی مناسب کاغذ سازی) اقدام به تغییر برنامه مصرف چوب آلات از گونه های صرفاً " جنگلی به فرمولاسیونی حاصل از ترکیب مقطوعات جنگلی - زراعی نموده است.



شکل ۴ ، مقطوعات سریع رشد (صنوبر و اکالیپتوس)

توسعه برنامه مصرف گونه های با ارزش صنعتی کمتر (مقطوعات مثمر و گرمسیری)

راهکار دیگر تامین منابع الیاف چوبی، استفاده از گونه های درختی متنوع بوده است. اساساً در میان گونه های چوبی ، گونه های سوزنی برگ (Softwood) بدلایلی چون وجود توده های خالص ، سریع رشد بودن ، برخورداری از الیاف با طول بلندتر ، سهولت عملیات دفیبره کردن و نهایتاً تولید کاغذی با ویژگیهای مقاومتی بالاتر دارای مزیت‌های برجسته ای بوده و این مسئله در کنار مواردی چون ضرورت نیاز به تولید فراورده های لیفی نظیر کاغذ با ویژگیهای ظاهری و سطحی مناسب تر موجب گردید تا گرایش به سمت استفاده از گونه های پهن برگ (Hardwood) نیز مورد استقبال گسترده ای قرار گیرند ، به نحوی که امروزه ، تقریباً تمام گونه های درختی در صنایع خمیر سازی برای پوشش دهی برخی نیازمندیها ، گاهی بصورت خالص و گاهی هم به صورت ترکیبی مورد مصرف قرار می گیرند. اما در این بین ، با توجه به تشدید بحران تامین مواد اولیه چوبی ، اخیراً گرایش اجباری به سمت تامین آنها از محل مقطوعات حاصل از قطع یا هرس گونه های مثمر یا گرمسیری (کم رایج تر در حوزه مصرف در صنعت فراورده های خرده ای عمدتاً بدلیل ماهیت نامطلوب ابعادی و کیفیت نامناسب ناشی از تراکم فراوان مواد استخراجی و عناصر مزاحم در ساختار آنها) انجام پذیرفته است.



شکل ۵، نمونه ای از مقطوعات گرمسیری (گز)

توسعه ایده تبدیل درخت کامل (Forest to product)

تغییرات اخیر ایجاد شده در حوزه جنگل ، ضرورت ایجاد مشارکت بیشتر میان عرضه کنندگان چوبهای مورد نیاز خمیرسازی و مصرف کنندگان این مقطوعات را فراهم نموده است. مجموع این تغییرات منجر به شکل گیری ایده جنگل تا محصول گردیده است. مثال بارز در این خصوص، گرایش برخی شرکتهای به سمت استفاده از روش درخت کامل (Whole tree) در جنگل ، برای تولید خرده چوب (چپیس)، بدون عملیات شاخه زنی و پوست کنی می باشد. البته صرفه جوئی های حاصل از اجرای این طرح که شامل سهولت عملیات حمل و نقل ، جابجائی و تبدیل مقطوعات چوبی و افزایش قابل ملاحظه میزان بازیابی بیومس می باشد ، باید صرف جبران هزینه های مازاد فرایندی در بخش حذف آلاینده ها از خرده چوب های حاصله نظیر پوست ، برگ و سنگریزه ها گردند.



FOREST TO PRODUCT (WHOLE TREE)



شکل ۶ ، تجهیزات تبدیل درخت کامل

توسعه مکانیزمهای انبارش و تبدیل اصولی

با توجه به وسعت کشور (۱۶۵ میلیون هکتار) و مساحت جنگل‌های تجاری (۱.۳ میلیون هکتار) استفاده معقول از فرآورده‌های جنگلی (چوب) به همراه کم کردن ضایعات توسط مصرف کنندگان مقطوعات چوبی امری ضروری و اجتناب ناپذیر می‌باشد. البته با توجه به اینکه فرآوری اولیه و درست مقطوعات چوبی، حلقه تکمیل کننده زنجیره جنگلداری- بهره برداری می‌باشد، باید پس از قطع درختان، حفاظت و استعمال مناسب از مقطوعات مورد توجه قرار گیرد، چرا که اقدامات حفاظتی از چوب به عنوان یک کالای استراتژیک در کشوری فقیر از نظر منابع جنگلی تجاری، با هدف فرآوری بهینه در صنایع از اهمیت بسزائی برخوردار می‌باشد .



Log loss in Yard & Wood room

Yard

ضایعات مشهود : ضایعات یارگیری ، تخلیه و جایجائی

ضایعات نامشهود : اقت رطوبتی ، اقت چوب ناشی از ماندگاری

Wood room

ضایعات حاصل از اصلاح طولی

ضایعات حاصل از اصلاح قطری

ضایعات حاصل از تبدیل چوب به خرده چوب

شکل ۷ ، معرفی ایستگاههای تولید ضایعات در یارد صنعت و جنگل

توسعه واردات

امروزه واردات مواد اولیه چوبی یکی از رایج ترین روش های تامین مواد اولیه صنایع لیگنوسلولزی کشورها محسوب می شود. در کشور ما نیز بدایلی چون تقاضای بیش از عرضه و تولید داخلی، سلیقه مصرف کننده، تفاوت قیمت ها و نیاز صنایع به ابعاد و گونه های مختلف چوبی اعم از تامین چوب آلات با مقطع گرد یا خرده چوبها (Chips) برای صنایع کاغذسازی و اوراق فشرده چوبی، گرده بینه های گرمسیری جهت صنایع روکش و تخته لایه، چوبهای خاص صنایع لنج سازی و پارکت سازی و غیره، موضوع واردات از جایگاه خاصی برخوردار شده است. البته طی چند سال اخیر عمده چوب های وارد شده، سوزنی برگ و از انواع چهار تراش می باشند و مبدا اغلب آنها کشور روسیه بوده است. این در حالی است که بیش از ۷۰٪ از نیاز صنایع چوبی کشور به چوبهای هیزمی و یا چوبهای کم قطر و یا نامرغوب و معمولاً گرد می باشد. تامین این قبیل چوب آلات که دارای ارزش پائین و هزینه ترانسپورت بالاست، از منابع تولیدی خارج از کشور عملاً غیر اقتصادی است. همچنین بر اساس مطالعات انجام شده سهم واردات هیزم و چوب های غیر چهار تراش در سنوات گذشته در حد پائین و صفر بوده است.



شکل ۸ ، پایانه دریایی مختص واردات چوب

مثالهای کاربردی در حوزه بررسی عوارض ناشی از همگامی با تغییرات :

اگر چه تنها منبع اصلی تامین مواد اولیه برای خمیرچوب را میتوان از محل قطع درختان دانست، ولیکن با توجه فشارهای اعمال شده بر طبیعت (کاهش سطح جنگلها) که عموماً ناشی از افزایش گرایش بازار به سمت استفاده از محصولات و فراورده های لیگنوسلولزی (در هر دو شکل چوب خام و الیاف سلولزی) و نتیجتاً افزایش قیمت این گروه از محصولات گردیده، لذا در شرایط حاضر لزوم انجام تحقیقات گسترده برای تعیین آلترناتیوهای جایگزین و ارزیابی و تعیین خسارات ناشی از بروز این چالشهای احتمالی مثبت یا منفی در حوزه تامین مواد اولیه مورد نیاز صنایع وابسته به چوب به عنوان یک ضرورت اجتناب ناپذیر مطرح می باشد.

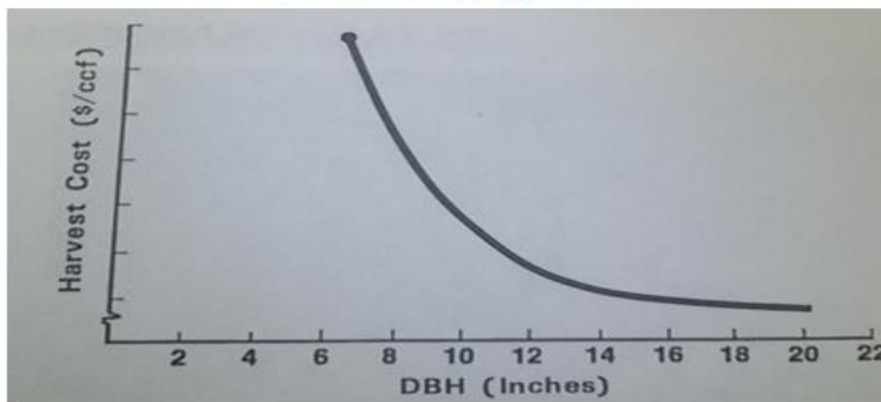
عوارض همگامی با تغییرات با رویکرد تامین چوب از منابع داخلی

در شکل شماره ۹ با توجه به اهمیت موضوع تامین منابع جدید چوبی از محل جنگلهای دست کاشت یا حاصل از اجرای طرحهای زراعی کاشت گونه های سریع الرشد ، تاثیر قطر مقطوعات چوبی (ارتفاع برابر سینه) در هزینه های بهره برداری (قطع ، اصلاح ، حمل) مورد ارزیابی قرار گرفته است . طبق نتایج حاصله کاهش قطر مقطوعات شدیداً منجر به افزایش هزینه های بهره برداری گردیده ، به نحوی که بیشترین هزینه های بهره برداری مربوط به مقطوعات دارای قطر زیر ۲۰ سانتیمتر میباشد که در عمل عمده مقطوعات وارده از محل کاشت گونه های زراعی ، سریع الرشد و مقطوعات هرسی در این دامنه ابعادی پرهزینه قرار دارند.



در خصوص مقطوعات شکسته افتاده نیز که عمدتاً " بسیار قطور و دارای فرم های نامناسب بوده و نیاز به اصلاحات ثانویه نظیر شکاف زنی (Splitting) دارند ، طبق بررسیهای انجام شده نرخ ضایعات حاصل از اصلاح مقدماتی آنها بین ۵ - ۸٪ میباشد.

Effect of tree diameter on harvesting cost



شکل ۹ ، تاثیر قطر درخت روی هزینه بهره برداری

در خصوص موضوع تغییر ابعاد و جنس گونه های مصرفی ناشی از اجرای طرح تحمیلی استفاده از مقطوعات غیر جنگلی یا مقطوعات شکسته افتاده (سن دیر زیستی) نیز باید اذعان داشت که طبق طراحی اولیه هر کارخانه کاغذ سازی ، مشخصات خمیر و کاغذ تولید شده بستگی به ترکیب ابعادی و گونه ای چوب آلات (فرمولاسیون) بالاخص در خطوط تولید کاغذ های حساس را دارد . بنابراین به دلیل وابستگی اقدامات انجام شده در دو بخش صنعت و جنگل به یکدیگر، از یک سو فعالان عرصه تامین چوب باید با آستانه تحمل صنعت به ابعاد و گونه های مصرفی آشنا باشند و از سوی دیگر فعالان عرصه صنعت باید با مشکلات عملیات تهیه چوب از منابع جدید آشنا باشند و در واقع رسیدن به یک حالت ایده ال مستلزم انجام یک کار تیمی مناسب می باشد.



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۱۴۰۲ آذر ۲۸
ایران - تهران



شکل ۱۰، مثالهایی از تنوع ابعادی و گونه ای مقطوعات چوبی (چوب آلات با مقاطع غیر گرد و مقطوعات شکسته افتاده)

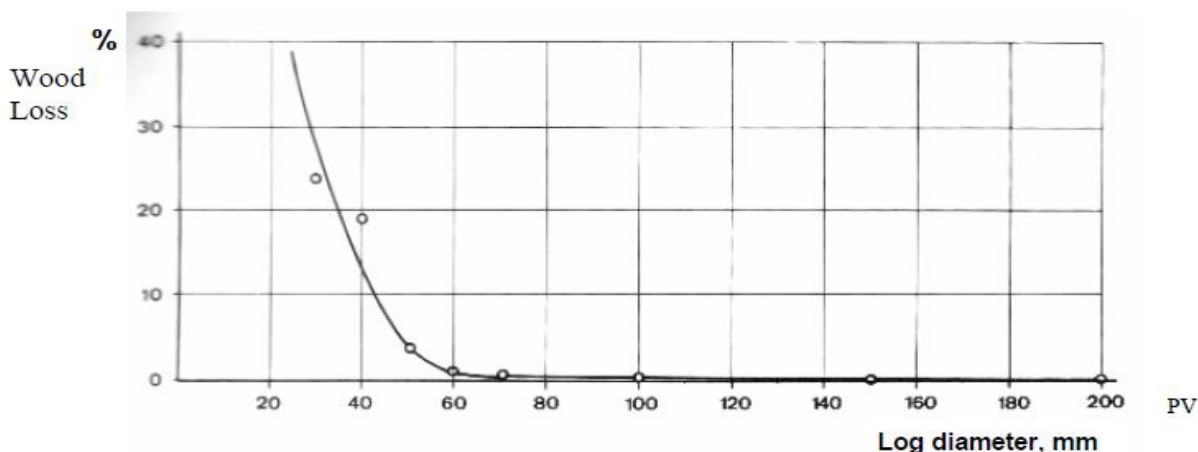
البته شایان ذکر است بررسی مطالعات خواص فیزیکی و شیمیائی مقطوعات سریع الرشد نظیر صنوبر ، بید و اکالپتوس نشان از آن دارد که بدلیل پارامترهای قابل قبولی چون خواص فیزیکی ، ساختار شیمیایی و مختصات بیومتریکی الیاف ، این مقطوعات در مقایسه با سایر مقطوعات باغی یا گرمسیری از شرایط مطلوبتری در صنایع کاغذسازی برخوردار میباشند. ولیکن **نکات قابل تامل** بالاخص در خصوص صنوبر ، غیر اقتصادی شدن تولید بواسطه خرید مقطوعات با رطوبت اولیه بسیار بالا در دامنه ۶۰- ۵۰٪ میباشد که این مهم به شدت هزینه تمام شده چوب را تحت الشعاع قرار خواهد داد.



شکل ۱۱، تصویری از مقطوعات صنوبر جوان

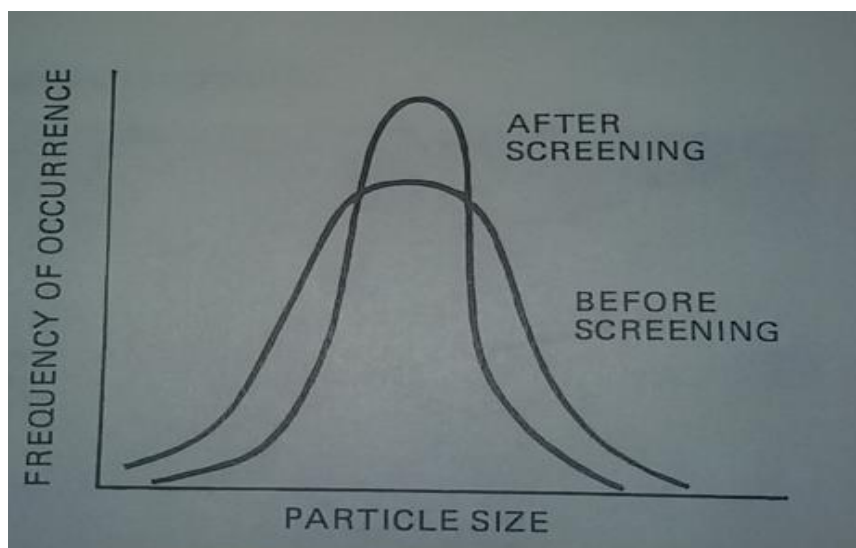


نکته مهم دیگر در خصوص مصرف مقطوعات قطر پائین (سریع الرشد ، شمر ، هرسی) ، افزایش سهم ضایعات حاصل از عملیات تبدیل چوب به چیپس میباشد. شکل شماره ۱۲ تاثیر قطر مقطوعات بر میزان هدر رفت چوب حاصل از عملیات پوست کنی در استوانه های پوست کن را نشان می دهد ، به نحوی که با کاهش قطر مقطوعات بالاخص در دامنه زیر ۸ سانتی متر ، نرخ هدر رفت چوب از زیر ۵٪ تا حدود ۴۰٪ افزایش خواهد یافت ، ولی برای مقطوعات با قطر بالای ۸ سانتیمتر نرخ حداقلی هدر رفت چوب را شاهد خواهیم بود.



شکل ۱۲ ، نمودار تاثیر قطر روی هدر رفت چوب حین عملیات پوست کنی

در خصوص عملیات تبدیل چوب به خرده چوب نیز این نکته حایز اهمیت است که بنا به دلایل مختلف اعم از متغیرهای مرتبط با ماهیت ابعادی و کیفی مقطوعات چوبی یا متغیرهای مرتبط با تجهیزات عملیاتی ، بخشی از خرده چوبهای تولیدی دارای ابعاد غیر متعارف و خارج از محدوده های مجاز می باشند.





شکل ۱۳، توزیع پراکنش ابعادی قبل و بعد از غربال خرده چوب

در همین راستا انتظار می رود که با افزایش سهم مصرف مقطوعات سریع الرشد، مثمر یا هرسی که عمدتاً دارای ابعاد (طول و قطر) کمتر از حدود متعارف مقطوعات جنگلی میباشند، این تغییرات نه تنها منجر به افزایش سهم تولید خرده چوبهای نامطلوب میگردد، بلکه نرخ استهلاک بیشتر تجهیزات خردکن بدلیل دوباره کاریها (Rechipping & Slicing) را نیز در کنار عوارض پخت نامناسب و افزایش سهم ضایعات حاصل از تبدیل چوب به چپس را مشمول می گردند.



شکل ۱۴، دپوی ضایعات (نرمه های چوب حاصل از غربال خرده چوبها)

در بخش خمیر سازی نیز از آنجا که معمولاً تنظیمات دیگ پخت بر مبنای میانگین ابعادی خرده چوبهای تغذیه شده برای رسیدن به یک پخت مطلوب صورت می گیرند، لذا در صورت استفاده از مقطوعات با ابعاد و کیفیت نامطلوب (چوب آلات با مقاطع غیر گرد، پوسیده، بد فرم، طول بسیار کوتاه، قطر بسیار پائین، دارای مواد استخراجی زیاد) و نتیجتاً افزایش پراکنش ابعادی حاصل از عملیات تبدیل خرده چوبها، حین خمیر سازی سهم خرده چوبهای ناپخته (Undercooked) و زیاد پخته (Overcooked) در خمیر نهائی افزایش می یابند که ماحصل این دو اتفاق افزایش سهم الیاف ناپخته (Shive) و افزایش سهم نرمه های لیفی (Fine) میباشد که وقوع توامان این دو پدیده نامطلوب منجر به ایجاد اختلالاتی در روند کمی و کیفی خمیر سازی اعم از توقفات مکانیکی ناشی از انسدادها، کاهش راندمان تولید خمیر، افزایش مصرف انرژی پالایش، افزایش سهم دور ریز خمیر، افزایش تیرگی خمیر، افزایش مصرف مواد رنگبر، نوسانات درجه روانی خمیر، کاهش سرعت آگیری در ماشینهای کاغذ و نهایتاً کاهش Runability سیستم تولید میگردد که اگر به این مجموعه اتفاقات احتمال افزایش سهم رسوب گذاری ناشی از حضور عناصر مزاحم آلی یا معدنی (بلور) در برخی از گونه های غیرمتعارف مصرفی و همچنین نوسانات



حاصل از افزایش سهم آلاینده‌گی پساب را نیز اضافه کنیم ، عوارض منفی حاصله خسارتهای سنگینی را بر پیکره صنایع خمیر و کاغذ تحمیل خواهند کرد.



شکل ۱۵ ، تنوع ابعادی و کیفی چیپس حاصل از تبدیل چوب

همچنین در کنار مشکلات ابعادی خرده چوبها، مسئله وجود مواد خارجی نامطلوب به همراه خرده چوبها نظیر ذرات پوست ، شن ، خاک و انواع ناخالصی های غیر چوبی نیز از اهمیت بسزائی برخوردار می باشند. این دسته از ناخالصیها عمدتاً " از نظر ابعادی کوچکتر از ذرات خرده چوب های مورد نیاز می باشند و حضور آنها در خمیر یقیناً " مشکلاتی را در ادامه مسیر تولید خمیر و کاغذ ایجاد خواهند نمود.

عوارض همگامی با تغییرات با رویکرد تامین چوب از منابع خارجی (واردات)

تجربه دو دهه استفاده از مقطوعات وارداتی در بزرگترین کارخانه کاغذ سازی ایران در دو قالب چوب و خرده چوب نشان از آن دارد که عملاً " خرید مقطوعات چوبی در قالب خرده چوب ، فارغ از مسایل اقتصادی ، بدلائل فنی نیز مورد تائید نبوده اند ، چرا که این مقطوعات خرده ای بدلائلی چون کیفیت بسیار نامناسب ناشی از تبدیل ثانویه مقطوعات ضایعاتی برخی صنایع چوبی نظیر روکش گیری ، برخورداری از عناصر مزاحم بیشتر بدلیل سهم بیشتر قسمتهای درون چوبی و مغزی درختان ، بدرنگی و آثار تخریبی ناشی از ماندگاری طولانی مدت ، ابعاد بسیار نامناسب ناشی از فشردگی ها حین ذخیره سازی و مهمتر از همه هزینه ها و دردسر های تخلیه در اماکن مصرف مورد پسند مصرف کنندگان قرار نگرفته اند.



شکل ۱۶ ، نمونه چپسهای وارداتی در قالب کیسه ای و کانتینری

در خصوص محمولات وارداتی در قالب مقطوعات چوب گرد نیز طبق مستندات ، متاسفانه هنوز توفیقات چندانی حاصل نگردیده است که عمده دلایل آن عبارتند از نیاز به حجم نقدینگی بالا ، مشکلات ارزی ، بوروکراسی گمرکی ، مشکل مرتبط با ماهیت فیزیکی چوب در هزینه های حمل و نقل (اشغال فضای زیاد بدلیل نسبت حجم به وزن بالا) ، عدم وجود پایانه های حمل و نقل مختص فراورده های سلولزی ، مشکلات خاص قرنطینه ای (عدم وجود پوست و آثار و بقایای آفات) و مهمتر از همه اختلاف نظر طرفین در ارزیابی های کمی و کیفی بدلیل مبناهای متفاوت حجمی یا وزنی خرید میان صادر کننده و وارد کننده بوده است و ماحصل برقراری این قوانین و فرایندهای دست و پاگیر ، ضمن ریسک بالای سرمایه گذاری برای تامین کنندگان جهت واردات در حجم وسیع با هدف سر شکن شدن هزینه ها ، موجب عدم تداوم در امر تامین چوب از منابع خارجی گردیده است.



شکل ۱۷ ، عملیات ارزیابی کمی و کیفی مقطوعات وارداتی

در مجموع با استناد به آمار و اطلاعات اخذ شده ، اگر چه سرمایه درگیر مورد نیاز برای امر واردات چوب از منابع خارجی ارقام بزرگتری در مقایسه با سرمایه مورد نیاز برای تامین چوب از منابع داخلی میباشند ، ولیکن بواسطه عمده مزایای فنی ارایه شده مقطوعات چوب گرد وارداتی در شکل شماره ۱۸ و همچنین دستاوردهای اقتصادی حاصل از کاهش قابل ملاحظه سهم خسارات ریالی ناشی از هزینه های تبدیل مقطوعات وارداتی تا یک سوم در مقایسه با هزینه های تبدیل مقطوعات داخلی ، در شرایط جاری حاکم بر وضعیت تامین چوب صنایع لیگنوسلولزی کشور ، گزینه واردات چوب گرد همچنان باید در الویت قرار گیرد.



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ آذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

مزیت های چوب وارداتی	نتایج حاصله
سهولت عملیات خرید	افزایش قطعیت دریافت چوب و کاهش احتمال توقف خطوط تولید، در اثر فقدان چوب
سهولت تامین	عدم دخالت مسایل آب و هوایی در مراحل قطع درختان، ساخت جاده و حمل مقطوعات
کاهش فشار بر جنگل	با تامین چوب از منابع خارجی فشار کمتری بر عرصه های جنگلی داخل کشور وارد می شود
سهولت در چیدمان	کاهش فضای مورد نیاز و کاهش ضایعات مربوط به چیدمان و انبارش مقطوعات چوبی
شکل ظاهری سیلندریک	برشهای اصلاحی مانند برشهای طولی و اسپلیت کاهش یافته و ضایعات برش، حداقل می شود
کاهش تاثیرات زیست محیطی	تاثیرات زیست محیطی ناشی از کاهش منابع طبیعی و سطح جنگل ها، کاهش می یابد.
بدون پوست بودن	افزایش سرعت تغذیه خط تولید و کاهش فرسودگی تجهیزات و حذف بخشی از عملیات آن

شکل ۱۸ ، مزایای واردات چوب گرد

مکانیزمهای پیشنهادی برای اصلاح فرایندهای تامین ، تبدیل و مصرف چوب در چوب و کاغذ مازندران :

همانگونه که اشاره شد در سنوات اخیر صنایع چوب و کاغذ مازندران شدیداً متاثر از تغییرات متعددی در حوزه تامین مواد اولیه چوبی اعم از اجرای طرحهایی چون توسعه جنگلهای دست کاشت ، توسعه زراعت گونه های سریع الرشد ، توسعه واردات چوب و توسعه استفاده از مقطوعات ضایعاتی باغی و پسمانده های کشاورزی گردیده که اعمال این تغییرات اجباری ، خواسته یا ناخواسته پیامد های متعددی را برای این مجموعه در پی داشته و ضمن انحراف سیستمها از استانداردهای طراحی اولیه ، خساراتی چون کاهش کیفیت محصولات ، کاهش بهره وری و نهایتاً افزایش هزینه های تولید را نیز در پی داشته است. لذا به نظر می رسد با اجرای اقدامات اصلاحی اساسی در سه حوزه تامین ، تبدیل و مصرف چوب بتوان ضمن اعمال مدیریت بهتر بر قیمت تمام شده ، عوارض حاصل از این چالشهای تحمیلی را نیز به حداقل رساند.

در حوزه تامین ، در شرایط حاضر با عنایت به محدودیتهای موجود در تامین چوب از منابع جنگلی ، سایر گزینه های تامین عبارتند از مقطوعات صنوبر ، مقطوعات باغی (بید ، اکالیپتوس ، گردو و) ، انواع گونه های گرمسیری ، انواع مقطوعات هرسی مثمر و انواع مقطوعات وارداتی (چوب گرد و چیپس) که در میان این آلترناتیو های موجود طبق بررسیها الف : بالاترین قیمت تمام شده به ازای واحد تولید چیپس خشک به گونه صنوبر تخصیص یافته و ب : مقطوعات وارداتی ، گونه های جنگلی و مقطوعات باغی (بید ، اکالیپتوس ، گردو) در رده های قیمتی متوسط و ج : پایین ترین قیمت تمام شده نیز به ازای واحد تولید چیپس خشک به گونه های گرمسیری و مقطوعات هرسی مثمر تخصیص یافته است . البته نکته قابل تامل این است که اختلاف میان قیمت های تمام شده گونه های گرانبه نظیر صنوبر در مقایسه با مقطوعات ارزان قیمت گاهی به بیش از ۷۰٪ خواهد رسید که



این مهم خصوصاً " در سنوات اخیر با توجه به روند صعودی سهم قیمت تمام شده چوب در محصول نهائی از ۳۵٪ به حدود ۵۰٪ بسیار حایز اهمیت و درخور توجه خاص میباشد.

پارامتر	باغی		مخلوط گونه های جنگلی		گونه های خاص گرمسیری (گز)		صنوبر		وارداتی		هیزی
	گرده	کاتین	گرده	کاتین	گرده	کاتین	گرده	کاتین	غان	آسپین (۱۵٪) ارزانتتر	
قیمت خرید هر کیلوگرم چوب تر	5000	4000	5000	4000	4000	3500	6000	5000	9500	8075	2000
درصد رطوبت اولیه چوب	42	42	42	42	42	42	52	52	27	27	42
درصد ضایعات تبدیل چوب به چپیس	24	24	24	24	24	24	20	20	7	7	30
درصد افت وزنی ناشی از کسر رطوبت و ضایعات تبدیل	55.9	55.9	55.9	55.9	55.9	55.9	61.6	61.6	32.1	32.1	59.4
وزن چپیس خشک به ازای ۱۰۰ کیلوگرم چوب مصرفی (KG)	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1	38.4	38.4	67.9	67.9	40.6
هزینه خرید چوب به ازای تولید هر کیلوگرم چپیس خشک (تومان)	11343	9074	11343	9074	9074	7940	15625	13021	13993	11894	4926

شکل ۱۹ ، مقایسه قیمت تمام شده واحد وزن چپیس خشک تولیدی حاصل از مصرف مقطوعات کلاسه های مختلف از منظر ابعادی و گونه ای

در حوزه تبدیل نیز طبق مستندات ارایه شده در شکل ۲۰ ضمن معرفی دقیق ایستگاههای هدر رفت چوب در اطاقهای تبدیل ، میزان پتانسیل صرفه جوئی در هر ایستگاه نیز به تفکیک مشخص گردیده به نحوی که طبق نتایج بیشترین پتانسیل های صرفه جوئی را میتوان در دو ایستگاه پوست کنی (Debarking) و خرد کردن و غربال (Chipping & Screening) ایجاد نمود. این در حالیست که متغیرهایی چون ابعاد و کیفیت چوب ، تنظیمات تجهیزات خردکن و ماهیت عملکردی اپراتورها به شدت روی سهم ضایعات تولیدی در این دو ایستگاه نقش دارند و نتیجه پراکنش و توزیع مناسب ابعاد چپیس حاصل از عملیات تبدیل چوب به خرده چوب نیز منجر به تسهیل عملیات پخت ، کاهش مصرف مواد شیمیائی ، کاهش مصرف انرژی پالایش و نهایتاً افزایش راندمان تولید خمیر خواهند شد.



Sources of wood loss (Revised from Agin & Svensson 1990, published by permission of the Swedish Association of Pulp and Paper Engineers).

Process	Wood loss [%]	Potential to save [%]
Wood storage	0.1–0.5	0.1
Debarking	1.0–4.0	0.8
Chipping/screening	0.5–2.5	0.5
Chip transport	0–0.5	0.1
Chip storage	0.1–1.5	0.2
Total	1.7–9 %	

شکل ۲۰، معرفی پتانسیلهای صرفه جویی در یارد و اطاق تبدیل چوب

در بخش مدیریت صحیح مصرف نیز می توان ضمن تدوین فرمولاسیونهای اقتصادی تر از طریق الف : افزودن سهم ثابت حداقلی از ترکیب گزینه گرانقیمت صنوبر یا ب : افزودن سهم ثابت حداقلی از گزینه ارزانقیمت مقطوعات متمر ، گرمسیری یا هیزمی در ترکیب با سایر مقطوعات فراوان تر با قیمت متوسط ، ضمن حفظ کیفیت انواع محصولات خمیر و کاغذ ، در قیمت تمام شده نهائی نیز مدیریت مناسبی صورت پذیرد. در حوزه واردات چوب گرد نیز هر چند در مقایسه با گونه صنوبر ، تجربیات قبلی استفاده از مقطوعات وارداتی (غان و آسپن) تولیدات با کیفیت تر و اقتصادی تری را نشان می دهند ، ولیکن به نظر می رسد در بین گزینه های وارداتی نیز در صورت امکان تامین چوب از مقطوعات ارزان قیمت آسپن (به جای گونه گرانقیمت غان) هم بتوان کاهش هزینه بیشتری را در اینخصوص شاهد بود. شایان ذکر است باعنایت به قیمت های جاری خرید چوب وارداتی ، به نظر می رسد جایگزینی کامل صنوبر با این مقطوعات (اگر شرایط واردات مهیا باشد) تولید را اقتصادی تر خواهد نمود ، در غیر اینصورت و اصرار به خرید صنوبر حتما باید برای رطوبت های بالای ۴۲٪ افت وزنی اعمال گردد. همچنین در خصوص مقطوعات ارزانقیمت گرمسیری نظیر گز نیز می توان با نگهداشت پایل چیپسهای تولیدی (حداقل به مدت سه هفته) ، اثر عناصر مزاحم آنها را در واحد خمیر سازی به حداقل رساند.

البته ناکفته نماند که در کنار بررسی عوارض احتمالی ناشی از پذیرش مقطوعات با ابعاد غیر متعارف در صنایع خمیر و کاغذ ، یکی از مهمترین دغدغه ها ، ارزیابی کیفی محمولات وارده با مختصات یاد شده می باشد که این موضوع بواسطه قیمت بالای چوب ، رقابت شدید بین خریداران و دشواری تامین از منابع مختلف ، حساسیت عملیات ارزیابی را دوچندان خواهند نمود . به عبارت دیگر، در یک جمع بندی کلی می توان اذعان داشت که چرخه تکمیلی موفقیت اجرای پیشنهادات ترمیمی- اصلاحی یاد شده در صنایع بزرگ وابسته به چوب نظیر چوب و کاغذ مازندران ، مستلزم بکارگیری نیروهای متخصص و فارغ التحصیلان رشته مهندسی چوب و کاغذ در هر سه حوزه تامین ، تبدیل و مصرف چوب می باشد و اهمیت این موضوع تا جایی گسترش یافته که با فرض مصرف تقریبی ۲۵۰۰۰ تن چوب در سال و متوسط قیمت خرید هر کیلوگرم انواع مقطوعات چوبی (۴۰۰۰۰ ریال) ، با اعمال دقت و کاهش خطا فقط به میزان ۳٪ در هر یک از مراحل اعم از خرید (گونه و ابعاد) ، ارزیابی کیفی ، چیدمان و انبارش ،

اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی

۱۴۰۲ آذر ۲۸

ایران - تهران



نحوه تبدیل ، فرمولاسیون مصرف و راندمان خمیر سازی میتوان رقمی معادل ۳۰۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال صرفه جویی سالانه عاید سازمان نمود.

منابع :

- ۱- غلام نژاد، م. ۱۳۸۹، بررسی امکان استفاده از خمیر CMP چوب گونه بید برای تولید کاغذ روزنامه در کارخانه چوب و کاغذ مازندران.
- ۲- فخریان روغنی، ع. ۱۳۶۸، بررسی خصوصیات کاغذ سازی چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه تهران .
- ۳- ابراهیمی ، ق. ۱۳۸۷ . روند مدیریت بهره برداری از جنگل و ضایعات زائی آن . مجموعه مقالات اولین همایش ملی تامین مواد اولیه سلولزی کشور.
- ۴- سلطانی نژاد ، س. ۱۳۸۷ . ضایعات الوارگیری به روش سنتی در جنگلهای شمال ایران . مجموعه مقالات اولین همایش ملی تامین مواد اولیه سلولزی کشور.
- ۵- مدهوشی ، م . ح ، محمدی . ۱۳۸۷ . نقش آموزش در استفاده بهینه مواد اولیه . مجموعه مقالات اولین همایش ملی تامین مواد اولیه سلولزی کشور.
- ۶- فروزانفر ، ر . ر ، ویسی . کتاب مدیریت چوب (از جنگل تا صنعت) : ویژه فعالان عرصه چوب و کاغذ ، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، ۱۳۹۷
- ۷- فروزانفر ، ر . م ، نادری ورنندی . ۱۳۹۸ . مهندسی چوب در یارد جنگل و صنعت ، مجموعه مقالات دومین همایش ملی چوب و کاغذ ایران ، دانشگاه تهران.
- ۸- اسناد و اطلاعات اخذ شده از شرکت چوب و کاغذ مازندران ، ۱۴۰۰

9- K. Henricson. Wood structure and fibers. Lappeenranta university of technology. August 2004.

10- Isokangas, Ari, Leiviska, Kauko. Optimisation of wood losses in log debarking drum. Journal of paperi ja puu. ISSN 0031-1243. Vol 87. Pp 324-328. (2005).

اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی

۱۴۰۲ ذر ۲۸

ایران - تهران



- 11-Rodolphe. Baroth. Literature review of the latest development of wood debarking.University of Nancy, France, August2005.
- 12- Isokangas, Ari, Leiviska, Kauko. Control strategy of debarking room. 62nd appita annual technical papers conference and exhibition, New Zealand 20-23 April (20¹⁸).