





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان
دانشکده جنگلداری و فناوری چوب

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد (M.Sc.)
در رشته مهندسی فرآورده‌های چندسازه چوب

**بررسی امکان ساخت تخته خرده از اختلاط خرده چوب‌های صنعتی و پوست
میوه گردو و بادام**

پژوهش و نگارش

حمیدرضا پیرایش

استاد راهنما

دکتر ابوالقاسم خزاعیان

استاد مشاور

دکتر تقی طبرسا

۱۳۹۰

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان‌نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب حمیدرضا پیرایش دانشجوی رشته مهندسی فرآورده‌های چندسازه چوب مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

تقدیم به

پدر

و مادر نازنینم

سازگاری

باسپاس بی انتباه درگاه ایزدمنان، بدین وسیله از زحمات ارزنده و حسن تدبیر کلیه اساتید و دوستانی که در انجام این تحقیق مرا یاری و مساعدت نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایم و توفیق روزافزون آنها را از خدا سبحان مسئلت دارم، خصوصاً از:

- جناب آقای دکتر خزاعیان که زحمت راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند و با نصیحت بسیار مهم و شایسته، در جهت هر چه بهتر شدن این پایان نامه، همواره مادی من بودند.

- استاد دکتر انقدر جناب آقای دکتر طبرسا استاد مشاور این تحقیق که در طی این پروژه از مشاوره ایشان بهره‌مند گشتم.

- مسئولین محترم آزمایشگاه آتاقیان زاهدی، رضا نژاد، ملک و فیروز و خانم هانیک اختر و حسین خانی به خاطر زحمات بی دریغشان.

- مسئولین محترم کارخانه تنحه فشرده ممتاز گلستان به ویژه جناب آقای مهندس برزگر که در زمینه تهیه مواد اولیه با اینجناب همکاری نمودند.

- دوستان عزیزم آقایان حسین خان جان زاده و ایوب سالاری که در تمام مراحل انجام پایان نامه از تجربیات و کمک های ایشان استفاده نمودم.

چکیده

در این تحقیق امکان ساخت تخته خرده از اختلاط خرده چوب‌های صنعتی و پوست میوه گردو و بادام مورد بررسی قرار گرفت. عوامل متغیر این مطالعه شامل نوع ماده (پوست گردو، پوست بادام و مخلوط مساوی پوست گردو و بادام) و درصد اختلاط مواد اولیه غیرچوبی (۱۰، ۲۰ و ۳۰٪) بود. دیگر عوامل تولید ثابت در نظر گرفته شد. خواص مکانیکی و فیزیکی تخته‌های حاصل از این مواد مطابق استانداردهای EN تعیین و اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از روش آماری فاکتوریل به کمک نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌های بدست آمده از طریق ازمون دانکن تجزیه و تحلیل شد. چسب مورد استفاده در فرایند ساخت، اوره فرمالدهید (UF) بود. در این تحقیق، تخته خرده خالص از خرده چوب‌های صنعتی به عنوان تیمار شاهد انتخاب شد. نتایج نشان داد که با افزایش پوست گردو و بادام به ترکیب جذب آب و واکنشیدگی ضخامت به صورت معنی‌دار کاهش می‌یابد گرچه خواص مکانیکی (مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و مقاومت به چسبندگی داخلی) نیز با اضافه شدن پوست گردو و بادام به ترکیب کاهش می‌یابد، که میزان کاهش در هنگام اختلاط پوست گردو شدیدتر از پوست بادام است. با توجه به نتایج به دست آمده این امکان وجود دارد که بتوان از پوست بادام تا حد ۳۰ درصد و از پوست گردو تا حد ۲۰ درصد در ساخت تخته خرده چوب استفاده کرد بدون این‌که مقاومت‌های مکانیکی از حد تعیین شده توسط استاندارد EN پایین‌تر باشد.

واژه‌های کلیدی: خرده چوب‌های صنعتی، پوست میوه گردو و بادام، خواص مکانیکی، واکنشیدگی ضخامت

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول- مقدمه و کلیات

۲	۱-۱- مقدمه.....
۴	۲-۱- کلیات
۴	۱-۲-۱- تعریف تخته خرده
۴	۱-۲-۱-۱- تاریخچه صنعت تخته خرده چوب.....
۷	۲-۲-۱- وضعیت تولید چوب کشور
۸	۱-۲-۲-۱- منابع غیر جنگلی - صنوبر کاری ها.....
۹	۲-۲-۲-۱- باغات
۱۰	۳-۱- پسماندها و ضایعات کشاورزی
۱۰	۱-۳-۱- باگاس
۱۰	۲-۳-۱- کاه گندم
۱۱	۳-۳-۱- کاه و کلش برنج
۱۲	۴-۳-۱- ساقه ذرت دانه ای
۱۲	۵-۳-۱- نی
۱۳	۶-۳-۱- ساقه کلزا
۱۳	۷-۳-۱- پوست چوبی گردو، بادام
۱۳	۱-۷-۳-۱- پرورش گردو
۱۴	۲-۷-۳-۱- منشاء و انتشار گردو
۱۴	۳-۷-۳-۱- عملکرد
۱۴	۴-۷-۳-۱- پرورش بادام
۱۵	۵-۷-۳-۱- منطقه و تولید
۱۵	۶-۷-۳-۱- برداشت و عملکرد
۱۸	۴-۱- فرضیه ها

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-۵-۵- هدف	۱۸
فصل دوم- مرور منابع	
۱-۲-۱- تخته خرده از ضایعات و پسماندهای کشاورزی	۲۰
فصل سوم- مواد و روش ها	
۱-۳-۱- عوامل متغیر	۲۷
۲-۳-۲- عوامل ثابت	۲۸
۳-۳-۳- تعیین ترکیبات شیمیایی پوست گردو و بادام	۲۹
۱-۳-۳- تهیه آرد پوست گردو و بادام:	۲۹
۲-۳-۳- تعیین درصد مواد استخراجی:	۳۰
۳-۳-۳- تعیین درصد سلولز	۳۱
۴-۳-۳- تعیین درصد لیگنین	۳۱
۵-۳-۳- تعیین درصد خاکستر	۳۲
۲-۳-۲- مراحل ساخت تخته‌های آزمایشی	۳۳
۱-۲-۳- تهیه مواد اولیه	۳۳
۱-۲-۳-۱- تهیه خرده چوب	۳۳
۲-۲-۳-۱-۲- تهیه چسب	۳۴
۲-۲-۳-۲- ساخت تخته‌ها	۳۴
۱-۲-۳-۲-۱- چسب‌زنی و تشکیل کیک تخته خرده چوب	۳۴
۲-۲-۳-۲-۲- پرس کردن	۳۴
۳-۲-۲-۳- شرایطدهی تخته‌ها	۳۵

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

- ۳-۳- تهیه نمونه‌های آزمونی ۳۵
- ۴-۳- اندازه‌گیری خواص فیزیکی تخته‌ها ۳۶
- ۵-۳- اندازه‌گیری خواص مکانیکی تخته‌ها ۳۸

فصل چهارم- نتایج

- ۱-۴- آنالیز ترکیبات شیمیایی پوست گردو ۴۱
- ۲-۴- آنالیز ترکیبات شیمیایی پوست بادام ۴۱
- ۳-۴- خواص مکانیکی ۴۲
- ۱-۳-۴- مقاومت خمشی ۴۲
- ۳-۴-۱-۲- تاثیر مستقل نوع ماده اولیه بر مقاومت خمشی ۴۲
- ۳-۴-۱-۳- تاثیر مستقل درصد اختلاط ماده اولیه بر مقاومت خمشی ۴۴
- ۳-۴-۱-۴- تاثیر متقابل نوع ماده اولیه و درصد اختلاط آن بر مقاومت خمشی ۴۵
- ۳-۴-۲- مدول الاستیسیته خمشی ۴۵
- ۳-۴-۱-۲-۱- تاثیر مستقل نوع ماده اولیه بر مدول خمشی ۴۵
- ۳-۴-۲-۲- اثر مستقل درصد اختلاط ماده اولیه بر مدول الاستیسیته خمشی ۴۸
- ۳-۴-۲-۳- تاثیر متقابل نوع ماده اولیه و درصد اختلاط آن بر مدول الاستیسیته خمشی ۴۹
- ۳-۴-۳- مقاومت به چسبندگی داخلی ۵۰
- ۳-۴-۱-۳-۳- تاثیر مستقل نوع ماده اولیه بر مقاومت به چسبندگی داخلی ۵۰
- ۳-۴-۳-۲- تاثیر مستقل درصد اختلاط ماده اولیه بر مقاومت به چسبندگی داخلی ۵۲
- ۳-۴-۳-۳- تاثیر متقابل نوع ماده اولیه و درصد اختلاط آن بر مقاومت به چسبندگی داخلی ۵۳
- ۴-۴- خواص فیزیکی ۵۴
- ۴-۴-۱- جذب آب ۵۴
- ۴-۴-۱-۱- تاثیر مستقل نوع ماده اولیه بر جذب آب بعد ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری ۵۴

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۷	۴-۱-۲- تاثیر مستقل درصد اختلاط ماده اولیه بر جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت.....
۵۹	۴-۱-۳- تاثیر متقابل نوع ماده اولیه و درصد اختلاط آن بر جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت.....
۶۰	۴-۲- واکشیدگی ضخامت.....
۶۰	۴-۲-۱- تاثیر مستقل نوع ماده اولیه بر واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت.....
۶۲	۴-۲-۲- تاثیر مستقل درصد اختلاط ماده اولیه بر واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت.....
۶۴	۴-۲-۳- تاثیر متقابل نوع ماده اولیه و درصد اختلاط آن بر واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت.....
فصل پنجم- بحث و نتیجه گیری	
۶۶	۵-۱- آنالیز ترکیبات شیمیایی پوست گردو.....
۶۶	۵-۲- آنالیز ترکیبات شیمیایی پوست بادام.....
۶۷	۵-۳- نتایج خواص مکانیکی و فیزیکی.....
۶۹	پیشنهادات.....
۷۱	فهرست منابع.....

فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۱-۱- میزان چوب قابل تامین از منابع داخلی برای صنایع کشور (مقیاس به مترمکعب می باشد).....	۹
جدول ۱-۳- سطوح عوامل متغیر و علائم مربوط به آنها.....	۲۸
جدول ۲-۳- ویژگی های چسب مورد استفاده.....	۳۴
جدول ۳-۳- ابعاد و تعداد نمونه های بریده شده.....	۳۶
جدول ۱-۴- ترکیبات شیمیایی پوست گردو و بادام و برخی دیگر از پسماندهای کشاورزی.....	۴۲
جدول ۲-۴- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر مقاومت خمشی.....	۴۳
جدول ۳-۴- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر مدول خمشی.....	۴۷
جدول ۴-۴- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر چسبندگی داخلی.....	۵۱
جدول ۵-۴- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر جذب آب ۲ ساعته.....	۵۵
جدول ۶-۴- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر جذب آب ۲۴ ساعته.....	۵۶
جدول ۷-۴- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعته.....	۶۱
جدول ۸-۴- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعته.....	۶۱

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱- میزان تولید تخته خرده چوب در جهان بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ میلادی ۵
- شکل ۱-۲- میزان تولید تخته خرده چوب در کشور بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ میلادی ۶
- شکل ۴-۱- اثر نوع ماده اولیه بر مقاومت خمشی ۴۳
- شکل ۴-۲- اثر درصد اختلاط ماده اولیه بر مقاومت خمشی ۴۴
- شکل ۴-۳- اثر متقابل نوع و درصد اختلاط ماده اولیه بر مقاومت خمشی ۴۵
- شکل ۴-۴- اثر نوع ماده اولیه بر مدول الاستیسیته خمشی ۴۸
- شکل ۴-۵- اثر درصد اختلاط ماده اولیه بر مدول الاستیسیته خمشی ۴۹
- شکل ۴-۶- اثر متقابل نوع و درصد اختلاط ماده اولیه بر مدول الاستیسیته خمشی ۵۰
- شکل ۴-۷- اثر نوع ماده اولیه بر مقاومت به چسبندگی داخلی ۵۱
- شکل ۴-۸- اثر درصد اختلاط ماده اولیه بر مقاومت به چسبندگی داخلی ۵۲
- شکل ۴-۹- اثر نوع و درصد اختلاط ماده اولیه بر مقاومت به چسبندگی داخلی ۵۳
- شکل ۴-۱۰- اثر نوع ماده اولیه بر جذب آب بعد ۲ ساعت ۵۶
- شکل ۴-۱۱- اثر نوع ماده اولیه بر جذب آب بعد ۲۴ ساعت ۵۷
- شکل ۴-۱۲- اثر درصد اختلاط ماده اولیه بر جذب آب ۲ ساعت ۵۸
- شکل ۴-۱۳- اثر درصد اختلاط ماده اولیه بر جذب آب ۲۴ ساعت ۵۸
- شکل ۴-۱۴- اثر متقابل نوع و درصد اختلاط ماده اولیه بر جذب آب ۲ ساعت ۵۹
- شکل ۴-۱۵- اثر متقابل نوع و درصد اختلاط ماده اولیه بر جذب آب ۲۴ ساعت ۶۰
- شکل ۴-۱۶- اثر نوع ماده اولیه بر واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعت ۶۱
- شکل ۴-۱۷- اثر نوع ماده اولیه بر واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت ۶۲
- شکل ۴-۱۸- اثر درصد اختلاط ماده اولیه بر واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعت ۶۳
- شکل ۴-۱۹- اثر درصد اختلاط ماده اولیه بر واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت ۶۳
- شکل ۴-۲۰- اثر متقابل نوع و درصد اختلاط ماده اولیه بر واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعت ۶۴
- شکل ۴-۲۱- اثر متقابل نوع و درصد اختلاط ماده اولیه بر واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت ۶۵

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

رشد جمعیت، توسعه صنعتی، تحولات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و به تبع آن نیاز به خدمات و محصولات جدید، تقاضا برای مواد اولیه در صنعت چوب و کاغذ همچون دیگر صنایع را افزایش داده است. با توجه به کمبود منابع لیگنوسلولزی چوبی مناسب و افزایش روز افزون تقاضای محصولات متنوع چوبی، تغییر و تحولات در فرآیندهای تولید و ساخت فرآورده‌های جدید به منظور رفع نیاز جامعه و افزایش کاربرد و عمر مصرف امری اجتناب ناپذیر است. در حالی ۹۵ درصد کل مواد لیگنوسلولزی مورد استفاده در ساخت تخته خرده چوب به چوب اختصاص دارد که جنگل‌های طبیعی با نرخ نگران کننده ۱۳ میلیون هکتار در سال در کشورهای در حال توسعه رو به کاهش هستند (نملی و همکاران ۲۰۰۸، عشوری ۲۰۰۶). این مسائل به همراه ضرورت حفظ منابع طبیعی، محققین را به سمت استفاده از ضایعات و پسماندهای کشاورزی در ساخت تخته خرده چوب رهنمون کرده است (نملی و همکاران ۲۰۰۸). مطالعاتی در سرتاسر دنیا بر روی استفاده از این مواد در ساخت فرآورده‌های چند سازه چوبی و بخصوص تخته خرده چوب انجام شده است که از میان آن‌ها می‌توان به پوسته فندق، پوسته بادام زمینی، پوست دانه آفتابگردان، ساقه کنف، برگ سوزنی شکل و میوه درختان سوزنی برگ، ساقه آفتابگردان، نی، کاه و کلش، پوست گردو و بادام اشاره کرد. ضایعات کشاورزی جایگزین‌های بسیار خوبی برای چوب می‌باشند چرا که ارزان بوده، به راحتی فرایند می‌شوند، فراوان و تجدید شونده هستند (نادزی و همکاران ۲۰۰۶، عشوری و بحرینی ۲۰۰۹). برخی از مشکلات مربوط به استفاده صنعتی از پسماندهای کشاورزی شامل هزینه بالای جمع‌آوری، حمل و ذخیره آن‌هاست که با استقرار کاخانه‌های کوچک در نزدیکی مناطق دارای حجم بالا از این مواد می‌توان به آن فائق آمد (کوپور و همکاران ۲۰۰۷). برخی از ضایعات کشاورزی به طور موفقیت آمیز

در ساخت تخته خرده استفاده شده‌اند و پیشرفت‌های اخیر در صنعت تخته خرده ایالات متحده امریکا افق روشنی برای کارخانه‌های تخته خرده بر پایه ضایعات و پسماندهای کشاورزی باز کرده است (سیاناما و همکاران ۲۰۰۹، بویر و ستوکمن ۲۰۰۱). در کشور بلژیک عمده تولید تخته خرده چوب بر مبنای استفاده از الیاف کنف و کتان می‌باشد در این کشور تخته خرده چوب ساخته شده از کتان تا ۷۰ درصد توانایی پانل‌های ساخته شده از چوب را نشان می‌دهد و در بسیاری از کشورها نظیر فرانسه، سوئد و آلمان نیز از قطعات کتان برای تولید تخته خرده چوب استفاده می‌شود (فائزی پور و همکاران ۱۳۸۱).

بیش از ۳۰ کارخانه در دنیا وجود دارد که از ضایعات و پسماند های کشاورزی در ساخت تخته خرده چوب استفاده می‌کنند که نقش این مواد در آینده این صنعت پررنگ تر نیز خواهد بود (بکتاس و همکاران ۲۰۰۵).

در سال ۲۰۰۰ میلادی (۱۳۷۹)، ۷۱ کشور جهان از جمله کشور ما به لحاظ پوشش جنگلی فقیر شناخته شدند (ماهنامه فنی مهندسی صنایع چوب و کاغذ ایران، ۱۳۸۶). سطح کل جنگل‌های کشور حدود ۱۲ میلیون هکتار است، که تنها ۱/۹ میلیون هکتار آن جنگل‌های تجاری است. سطح قابل بهره برداری جنگل‌های تجاری کشور نیز در حدود ۱/۲ میلیون هکتار برآورد می‌شود. با توجه به آمار موجود، میزان برداشت مجاز چوب آلات هیزمی ۷۰۰۰۰۰ متر مکعب می‌باشد که طی دهه اخیر به کمتر از نصف مقدار اولیه کاهش یافته (گزارش عملکرد سازمان جنگل‌ها و مراتع، ۱۳۸۵)، در حالی که در این مدت میزان تقاضا برای تخته خرده چوب حدود دو برابر افزایش داشته است. پیش‌بینی می‌شود که با اعمال سیاست‌های جدید سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان جنگل‌ها و مراتع، در سال‌های آتی بهره‌برداری از جنگل‌های تجاری باز هم کاهش یابد (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۸۰). با توجه به اینکه مقدار چوب تولید شده از منابع جنگلی جوابگوی نیاز صنایع تخته خرده چوب کشور نمی‌باشد، جهت برطرف نمودن این کمبود استفاده از مواد اولیه جایگزین از جمله پسماند گیاهان کشاورزی (زراعی و باغی) امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد. در ارتباط با استفاده از پسماند گیاهان کشاورزی در صنعت تخته خرده چوب در سال‌های اخیر تحقیق گسترده‌ای صورت گرفته است.

۲-۱- کلیات

۱-۲-۱- تعریف تخته‌خرده

تخته‌خرده چوب^۱ در ردیف فراورده‌های نسبتاً جدید است و از نظر کاربردی دارای امتیازها و ویژگی‌هایی است از جمله اینکه در ساخت آن می‌توان از انواع پسماندها و ضایعات کشاورزی استفاده کرد، در ابعاد بزرگ تولید می‌شود و دارای سطوح صاف و متراکم و فاقد معایب متمرکز، ویژگی‌ها و خواص کاربردی آن در قسمت‌های مختلف یک صفحه و در صفحات مختلف یکنواخت است. در صورتی که پتانسیل این مواد در نظر گرفته شود، با استفاده از تیمارهای خاص روی این مواد ملاحظه می‌شود امکانات بسیار گسترده‌ای برای تولید فراورده‌های جدید با خواص کاربردی متنوع در اختیار صنعت وجود دارد که در آینده سبب توسعه و رشد آنها می‌شود (دوست حسینی، ۱۳۸۰).

۱-۱-۲-۱- تاریخچه صنعت تخته‌خرده چوب

صنعت تخته‌خرده چوب که دارای قدمت بیش از یک قرن می‌باشد، با هدف استفاده از چوب و سایر مواد لیگنوسلولزی تاسیس گردید و تحقیقات برای یافتن مواد اولیه جدید از همان ابتدا آغاز گردید (طبرسا و شیخ الملوکی، ۱۳۸۴). این فرآورده اولین بار در سال ۱۹۰۵ توسط واتسون که ذرات نازک چوب را به منظور تولید نوعی تخته پرس کرده بود ساخته شد. در سال ۱۹۴۱ برای اولین بار خط تولید صنعتی تخته‌خرده چوب در آلمان استقرار یافت و این کارخانه به عنوان اولین خط تولید این فرآورده در جهان به ثبت رسید. این کارخانه از خرده چوب‌های کاج نوئل همراه با رزین فنولی روزانه ۱۰ تن تخته‌خرده چوب به کمک رزین اوره فرمالدهید در آلمان ساخته شده بود به بازار عرضه شد. در سال ۱۹۴۳ فارنی الگویی جهت تولید تخته‌خرده چوب با مناسب‌ترین میزان رطوبت کیک‌خرده چوب در مرحله پرس به ثبت رساند به طوری که با تلاش‌های بعدی این شخص یکی از پیشگامان صنعت تخته‌خرده چوب می‌باشد، سیستم جهانی تولید تخته‌خرده چوب موسوم به نئوپان ابداع گردید.