

استفاده از مازاد مزارع و نباتات زراعی در صنایع تخته خرده چوب^۱

محسن صرافین

عضو هیئت علمی گروه علوم پایه مهندسی - دانشکده فنی - دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت ۷۹/۶/۲۶، تاریخ تصویب ۸۰/۵/۳۰)

چکیده

در ایران سالیانه مقادیر زیادی ضایعات مزارع مختلف مانند برنج، نیسکر، گندم، پنبه و... تولید می‌شود که می‌تواند بعنوان مواد اولیه در صنایع تخته خرده چوب به کار گرفته شود. وجود این مواد اولیه ارزان، فراوان و قابل دسترس، ارزش تحقیق در این زمینه را هرچه بیشتر نمایان می‌کند. در این تحقیق نشان داده شده است که چگونه می‌توان بدون استفاده از چسب‌های متداول در صنعت تخته خرده چوب و با استفاده از ترکیبات معدنی قابل دسترس و موجود در ایران از ضایعات مزارع، تخته خرده چوب‌هایی با کیفیت ممتاز تولید نمود. بکارگیری این طرح علاوه بر ایجاد اشتغال و ارزش افزوده بدلیل سادگی فرآیند تولید و کاهش حجم سرمایه‌گذاری، با شرایط اقلیمی و اقتصادی ایران سازگاری داشته و امکان‌پذیر می‌باشد. تحقیق انجام شده در مقیاس آزمایشگاهی بر روی ضایعات مزارع برنج انجام شده که با ادامه کار و با تغییرات اندک در روش تولید می‌تواند برای مواد اولیه مشابه نیز مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: صنایع تخته خرده چوب، شبکه بلور ترکیبات اکسید منیزیم با اسید هیدروکلریک

مقدمه

صنعت تخته خرده چوب سازی در میان سایر صنایع چوب جزو صنایع جدید محسوب می‌گردد و در واقع می‌توان شروع آنرا از سال ۱۹۲۰ دانست که روز به روز دامنه کاربرد این صنعت افزایش یافته [۱] و نیاز به آن بیشتر احساس می‌شود. دلیل پیشرفت و افزایش تولید صنایع تخته خرده چوب را باید در افزایش هرچه بیشتر ضایعات چوب جستجو کرد [۹]. یکی از منابعی که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته، ضایعات مزارع کشاورزی می‌باشد که هر ساله مقدار آن افزایش می‌یابد [۵] و منبعی خوب برای ساختن تخته خرده چوب می‌باشد در ایران نیز تحقیقاتی بر روی منابع مختلف از جمله اکالیپتوس و باگاس [۶] نی [۸] سرشاخه‌های درختان میوه [۷] و سایر منابع [۳] انجام گرفته است. جدول شماره (۱) منابع مورد استفاده در کشورهای مختلف را نشان می‌دهد [۹]. در حال حاضر اکثر کارخانجاتی که در ایران در این زمینه به تولید مشغول هستند با استفاده از منابع چوبی و یا ضایعات کارخانجات (مانند کارخانه کبریت‌سازی) به تولید مشغول می‌باشند و کمتر از ضایعات صنایع زراعی در ساخت تخته خرده چوب استفاده

می‌شود [۱].

روش تولید

در تحقیق بعمل آمده بجای استفاده از چسب‌های آلی متداول در صنایع تخته خرده چوب مانند اوره فرمالدئید، فنل فرمالدئید و... از شبکه بلور ترکیبات معدنی بعنوان ماده اتصال دهنده استفاده شد. مواد معدنی مورد استفاده اکسید منیزیم MgO و محلول اسید هیدروکلریک می‌باشد که ترکیب حاصل شبکه بلوری مستحکم ایجاد می‌نماید که بعنوان ماده چسبنده در فرایند تولید تخته بکار می‌رود. وجود نیروهای جاذبه یونی به همراه نیروی لاندن از عوامل پایداری شبکه بلور بوجود آمده هستند. تحقیقات بر روی خمیر اولیه نشان می‌دهد که خارج شدن هرچه بیشتر ملکولهای آب در استحکام شبکه بلور نقش بسزائی دارد. از آنجائیکه واکنش فوق گرمایز بوده و دمای ماکزیمم در هنگام تولید تا حدود ۸۵ درجه سانتیگراد می‌رسد این امر نقش بسزائی در تبخیر اولیه و شکل‌گیری شبکه بلور پایدار دارد.

جدول ۱: منابع مورد استفاده (مازاد مزارع) در صنایع تخته خرده چوب در کشورهای مختلف.

نام کشور	نوع ماده اولیه	نام کشور	نوع ماده اولیه
آرژانتین	کتان	پاکستان	تفاله نیشکر-کنف
بلژیک	کتان	لهستان	کتان
کوبا	تفاله نیشکر	سومالی	تفاله نیشکر
فرانسه	کتان	مصر	تفاله نیشکر-کتان
مجارستان	کتان	ونزوئلا	تفاله نیشکر
هندوستان	تفاله نیشکر	یوگسلاوی	کتان

دارد و همواره می‌بایست درصد رطوبت مازاد مزارع مورد استفاده، اندازه‌گیری شود. بطوریکه درصد آب در خمیر اولیه بین ۳۰ تا ۳۵٪ تنظیم شود. برای مثال به نمونه‌های زیر که مورد آزمایش قرار گرفته اشاره می‌شود.

درصد رطوبت کاه برنج	درصد اسید هیدروکلریک
۱۰	۲۰
۱۱	۲۲
۱۴	۲۵

مورد دیگر استفاده از پودر اکسید منیزیم در مخلوط اولیه می‌باشد. زیاد بودن مقدار اکسید منیزیم ضمن بالا بردن وزن مخصوص خمیر اولیه و در نتیجه تخته نهایی، از استحکام آن نیز می‌کاهد و از طرفی کم بودن مقدار پودر اکسید منیزیم نیز بعنوان نقص استوکیومتری استحکام شبکه بلور و در نتیجه استحکام تخته نهایی را کاهش می‌دهد.

تحقیقات بعمل آمده نشان داد بین ۲۱ تا ۲۳٪ استفاده از پودر اکسید منیزیم می‌تواند نتایج مطلوبی در برداشته باشد. در ادامه بطور خلاصه به مراحل تولید اشاره می‌شود.

تهیه خمیر اولیه

بسته به نوع ماده اولیه (مازاد مزارع برنج، نیشکر، گندم، پنبه و...) و با دانستن درصد رطوبت و وضعیت ابعاد ذرات به کار رفته و با تغییر فرمول، خمیر اولیه ساخته می‌شود. در این مرحله عمل مخلوط کردن صورت می‌پذیرد و واکنش اولیه گرمایزاده و دمایی ماکزیم خمیر حدود ۸۵ درجه سانتیگراد خواهد بود که بخشی از تبخیر اولیه در این مرحله صورت می‌گیرد. درصد آب در خمیر اولیه حدود ۳۵٪ می‌باشد که طی فرآیند تولید

مسئله مهم در استحکام شبکه بلور، قرار گرفتن مازاد مزارع در فضاهای خالی شبکه بلور (حفره‌ها) می‌باشد هرچقدر درصد حفره‌ها در شبکه بلور کاهش می‌یابد فشردگی خمیر اولیه افزایش یافته و وزن مخصوص نهایی تخته افزایش می‌یابد. این موضوع در آزمایشاتیکه بر روی کاه برنج و سبوس انجام شد با اختلاف وزن مخصوص در تخته نهایی تا حدود ۲۰٪ بدست آمد. یکی از نکاتی که از اهمیت زیادی در فرایند ساخت خمیر اولیه برخوردار است مسئله درصد آب اسید هیدروکلریک به کار رفته می‌باشد. در ساخت نمونه‌های مختلف از خمیر اولیه با استفاده از کاه برنج درصد آب اسید هیدروکلریک در حالت‌های مختلف بررسی شد که نتایج زیر بدست آمد:

الف - زیاد بودن درصد آب اسید هیدروکلریک موجب کاهش چسبندگی در خمیر اولیه شده و با از دست رفتن درصد آب اضافی و رسیدن به حالت پایدار، خمیر اولیه از استحکام و انسجام مطلوب برخوردار نمی‌باشد و به عبارتی کاهش یون‌های Cl^- در برهم زدن نسبت استوکیومتری بلور مؤثر بوده و تخته حاصل شکننده خواهد بود.

ب- کاهش درصد آب اسید هیدروکلریک که موجب افزایش میزان یون Cl^- می‌گردد علاوه بر برهم زدن نسبت استوکیومتری بلور عمل ساخت خمیر اولیه را برای ایجاد خمیر هموزن و یکدست با اشکال مواجه می‌کند.

موارد فوق نشان می‌دهد که درصد آب در اسید هیدروکلریک به کار رفته برای رسیدن به خمیر مطلوب و در نهایت تخته مناسب از اهمیت خاصی برخوردار است. برای یافتن درصد آب مناسب نمونه‌های مختلفی از خمیر اولیه با اسیدهای با درصد آب مختلف ساخته شد که بهترین نتیجه در محدوده اسید هیدروکلریک ۲۰٪ تا ۲۵٪ بدست آمد. باید توجه داشت که درصد رطوبت در ضایعات مزارع نقش تعیین کننده در غلظت اسید هیدروکلریک به کار رفته

در تخته نهایی می‌بایست به حدود ۷٪ کاهش یابد.

مرحله لایه ریزی

در این مرحله مقدار مشخص (بسته به ابعاد تخته مورد نیاز) از خمیر مرحله اول را که بصورت توده شکل پذیر می‌باشد بر روی قالب استاندارد ریخته و تشک اولیه جهت پرس تشکیل می‌شود. از آنجا که تخته حاصل از نوع همسان می‌باشد نیاز به درجه‌بندی ذرات و خمیر حاصل نیست.

دوره پرس

در این مرحله قالب محتوی خمیر اولیه تحت پرس قرار گرفته و شکل دلخواه را کسب می‌کند. دمای پرس در روش استفاده از چسب‌های آلی بین ۱۷۰ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد [۲] می‌باشد ولی در روش مورد تحقیق دما تا ۱۱۰ درجه سانتیگراد کفایت که این امر همانطور که در قسمت (کاهش دمای پرس) توضیح داده می‌شود موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی خواهد شد.

مرحله نهایی

بعد از خشک شدن تخته و رسیدن به درصد رطوبت ثابت مرحله کناره‌بری و سمباده زنی انجام می‌شود [۹].

مزیت‌های روش تحقیق شده در مقایسه با روش‌های متداول

صرفه‌جویی در مصرف انرژی در مرحله خشک کردن ماده اولیه چسب‌هایی که بطور معمول در صنایع تخته خرده چوب به کار می‌رود شامل اوره - فرمل، فنل - فرمل، ملامین - فرمل و... می‌باشد [۴، ۱].

یکی از نکاتی که اساس این تحقیق را تشکیل می‌دهد اشکالاتی است که استفاده از این چسب‌ها در هنگام استفاده از منابع مازاد زراعی تولید می‌کند از جمله این اشکالات می‌توان به مسأله رطوبت ماده اولیه اشاره کرد [۹].

در روش استفاده از چسب‌های آلی رطوبت ماده اولیه در هر دو حالت بسیار زیاد و یا بسیار کم می‌تواند تأثیر نامطلوبی در محصول نهایی داشته باشد و همواره کنترل رطوبت ماده اولیه از نکات مهم در تولید می‌باشد. تنظیم رطوبت ماده اولیه نیازمند کنترل مستمر و صرف انرژی زیاد می‌باشد. بطور معمول منابع زراعی، رطوبتی بیشتر از استاندارد لازم برای مرحله چسب‌زنی دارند. برطبق

محاسبات برای رساندن رطوبت یک تن ماده اولیه به درصد رطوبت مورد نظر (حدود ۸٪) بین ۷۲۰ تا ۹۰۰ هزار کیلوکالری انرژی حرارتی لازم است [۹]، در روش مورد استفاده در این تحقیق مصرف این مقدار انرژی حذف می‌شود و می‌توان ماده اولیه با درصد رطوبت‌های متفاوت را با تنظیم درصد آب سایر مواد افزودنی مستقیماً استفاده نمود.

حذف مراحل اولیه تولید

استفاده از منابع چوبی در ساخت تخته خرده چوب مطابق مراحل زیر انجام می‌گیرد [۹].

الف - خرد کردن - منابع چوبی توسط دستگاه خردکن به ابعاد دلخواه خرد می‌شوند. بطور کلی استفاده از مازاد مزارع و تبدیل آنها به ذرات با اندازه مناسب در مقایسه با منابع چوبی مصرف انرژی را تا حدود ۵۰٪ کاهش می‌دهد.

ب - خشک کن - قطعات چوبی خرد شده جهت رسیدن به رطوبت استاندارد توسط دستگاه خشک کن به رطوبت مورد نیاز می‌رسند. همانطور که در قسمت قبل توضیح داده شد این مرحله را می‌توان بطور کلی حذف نمود.

ج - درجه بندی ذرات - بسته به نوع تخته مورد نیاز و فرآیند ساخت، ذرات چوبی - بدست آمده، برحسب اندازه درجه‌بندی می‌گردد. با توجه به اینکه در این طرح از روش ساخت خمیر یکنواخت و هموزن استفاده می‌شود و در نتیجه تخته همسان بدست می‌آید نیاز به درجه‌بندی ذرات نیست.

کاهش دمای پرس

بدلیل استفاده از چسب‌های آلی از نوع ترموست (سخت شونده در گرما) و برای انجام واکنش پلیمریزه شدن چسب، دمای پرس باید بین ۱۷۰ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد باشد [۲] در روش ارائه شده حرارت پرس صرفاً نقش کاهش رطوبت خمیر چوب و سهولت شکل‌پذیری آن را دارد و تا حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد. این امر در کاهش مصرف انرژی در فرآیند تولید مؤثر است.

آزمایشات انجام شده بر روی تخته حاصل

درصد رطوبت و مراحل خشک شدن

درصد آب خمیر اولیه بین ۳۰ تا ۳۵٪ می‌باشد. برحسب زمان پرس بین ۱۰ تا ۱۵٪ از رطوبت اولیه خمیر گرفته می‌شود، تخته خارج شده از پرس رطوبت اضافی را از دست داده و به درصد

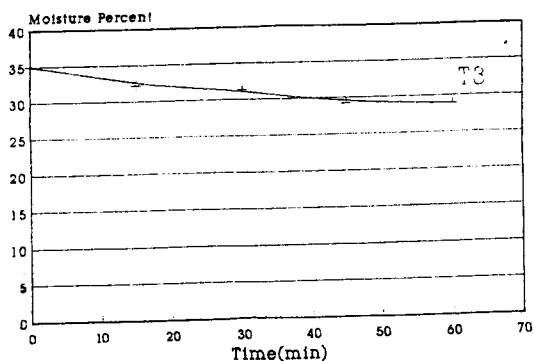
رطوبت ثابت می‌رسد. برای خشک کردن تخته می‌توان از گرم‌خانه با دمای حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد، جریان هوا و یا خشک شدن در شرایط عادی استفاده کرد.

مقایسه شرایط خشک شدن تخته بر روی خمیر اولیه در سه حالت فوق در منحنی‌های شماره‌های (۱)، (۲) و (۳) نشان داده شده است.

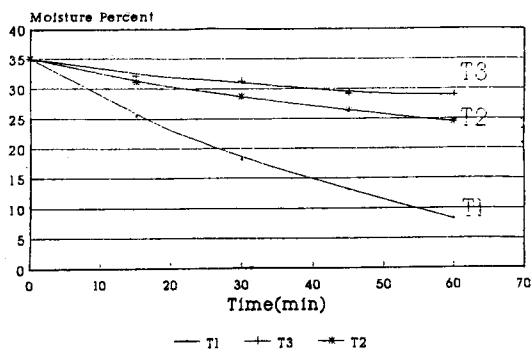
مقایسه منحنی‌های شماره‌های (۱)، (۲) و (۳) که در شکل شماره (۴) آمده است به خوبی نشان می‌دهد که استفاده از گرم‌خانه راندمان و سرعت تولید را به نحو چشمگیری افزایش می‌دهد.

اندازه‌گیری وزن مخصوص

وزن مخصوص نهایی در حالت پایدار حدود $1/3 \text{ g/ml}$ می‌باشد و از این حیث تخته حاصل جزو تخته‌های سنگین محسوب می‌شود (محدوده وزن مخصوص تخته‌های سنگین بین $0/8$ تا $1/5 \text{ g/ml}$ می‌باشد) [۲].



شکل ۳: خشک شدن خمیر اولیه در شرایط عادی.



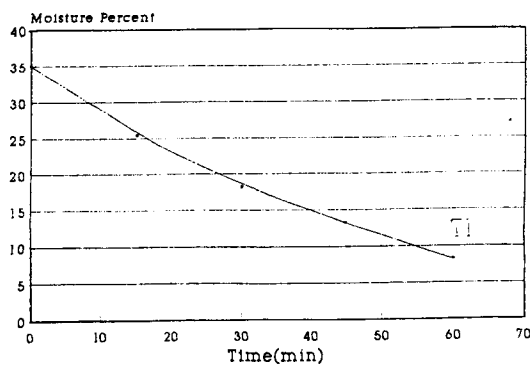
شکل ۴: مقایسه منحنی‌های ۲، ۱ و ۳.

آتشگیر بودن

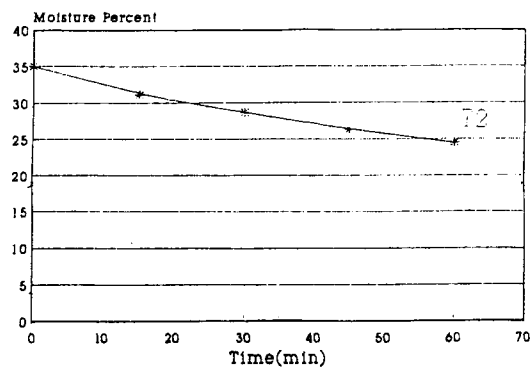
تخته حاصل بدلیل عدم استفاده از چسب‌های آلی غیرقابل اشتعال می‌باشد.

قدرت رزوه شدن و ابزارخوری

در شکل‌های شماره‌های (۵) و (۶) قابلیت رزوه شدن در مقطع و سطح و هم چنین ابزار خور بودن تخته حاصل نشان داده شده است.



شکل ۱: خشک شدن خمیر اولیه در گرم‌خانه.



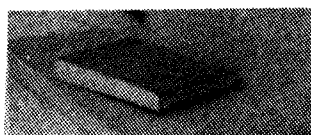
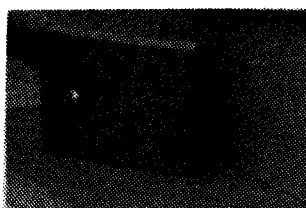
شکل ۲: خشک شدن خمیر اولیه در جریان هوا.

جدول ۲: نتایج کلی آزمایشات انجام شده بر روی تخته حاصل.

نتایج	خواص اندازه گیری شده	شماره
$1/3 \text{ g/cm}^3$	وزن مخصوص	۱
۱۰ mm	ضخامت	۲
۸٪ حجم	جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری	۳
۱۴٪ وزن	جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری	۴
۷٪ حجم	واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری	۵
غیر قابل اشتعال	آتشگیر بودن	۶
خوب	قابلیت رزوه شدن	۷
بسیار خوب	قابلیت ابزارخوری	۸
۷٪	رطوبت	۹

قابلیت روکش شدن در هنگام پرس

در شکل شماره (۷) نمونه تخته روکش شده در هنگام پرس مشاهده می‌گردد بدین ترتیب مرحله سمباده زنی حذف می‌شود. نتایج کلی آزمایشات انجام شده بر روی تخته حاصل در جدول شماره (۲) آمده است.



شکل ۷: تخته روکش شده در هنگام پرس.

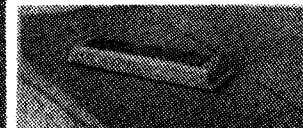
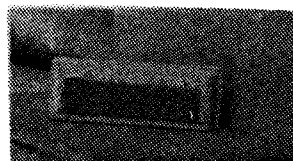
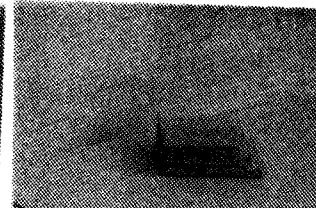
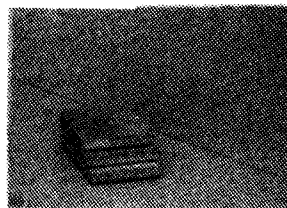
نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این تحقیق را می‌توان به ترتیب زیر خلاصه نمود.

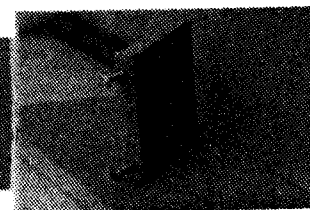
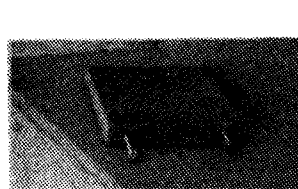
الف - با ایجاد کارگاه‌های کوچک در کنار مزارع و مراکز تولید مسأله هزینه حمل و نقل و تأمین مواد اولیه به حداقل ممکن کاهش می‌یابد.

ب - بدلیل سهولت فرآیند تولید در مقایسه با روش‌های متداول امکان ایجاد کارگاه‌های کوچک در مناطق مختلف کشور بوجود خواهد آمد که این امر موجب ایجاد اشتغال و ارزش افزوده خواهد گردید.

ج - بدلیل عدم استفاده از چسب‌های آلی مشکل خشک کردن ماده اولیه و رساندن به رطوبت استاندارد که نیازمند سرمایه‌گذاری زیاد و



شکل ۵: قابلیت ابزار خور بودن تخته حاصل.



شکل ۶: قابلیت رزوه شدن تخته حاصل.

صرف انرژی بالا می‌باشد حذف می‌گردد. داشتن قابلیت ابزارخوری و رزوه شدن می‌تواند در زمینه‌های د - کاربرد تخته حاصل بدلیل غیرقابل اشتعال بودن و هم چنین گوناگون بسیار وسیع و متنوع باشد.

مراجع

- ۱ - امیری، س. "بررسی اقتصادی کارخانه‌های تخته خرده چوب". نشریه دانشکده منابع طبیعی، شماره ۵۱، جلد ۱، (۱۳۷۷).
- ۲ - پارسا پژوه، د. و شعرائی راد، م. "بررسی خواص فیزیکی تخته خرده چوب‌های ساخته شده در کارخانجات ایران". نشریه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، شماره ۳۳.
- ۳ - یعقوبزاده، ن. "بررسی مهمترین منابع لینیوسلولزی ایران و ارزش یابی فنی آنها جهت تهیه خمیر کاغذ و مقوا". نشریه دانشکده منابع طبیعی، شماره ۳۳.
- ۴ - دوست حسینی، ک. "بررسی تغییرات ویژگیهای تخته خرده چوب". نشریه دانشکده منابع طبیعی، شماره ۴۰، (۱۳۶۵).
- ۵ - امیری، س. "بررسی تولید و واردات چوبی ایران". نشریه دانشکده منابع طبیعی، شماره ۴۴، (۱۳۶۹).
- ۶ - دوست حسینی، ک. و پایدار، ج. "بررسی خواص کاربردی تخته خرده چوب‌های ساخته شده از اکالیپتوس و باگاس". دانشکده منابع طبیعی، شماره ۵۱، جلد ۱، (۱۳۷۷).
- ۷ - دوست حسینی، ک. و خادمی، ح. "بررسی استفاده صنعتی از منابع لینیوسلولزی در ایران". نشریه دانشکده منابع طبیعی، شماره ۴۶، (۱۳۷۲).
- ۸ - فائزی پور، م. "مطالعه امکان تهیه تخته فیبر و خمیر کاغذ از نی". نشریه دانشکده منابع طبیعی، شماره ۴۸، (۱۳۷۵).
- ۹ - پارسا پژوه، د. "تکنولوژی چوب". انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۸۵۱.