

دوره ۱۰ شماره ۱ - تابستان ۱۴۰۱



مجله علمی-پژوهشی

دانشگاه تبریز - دانشکده منابع طبیعی

صنعت چوب و کاغذ



عنوان: صنعت چوب و کاغذ

زمینه نشریه: علمی

ترتیب نشریه: فصلنامه

شماره انتشار: ۱۰

تاریخ مجوز: ۱۳۹۹/۹/۲۲

شماره مجوز: ۱۳۲/۲۰۸۳۶۸

صاحب امتیاز:

انجمن علمی صنایع چوب و کاغذ

مدیرمسئول:

مسعود سراجیه

سردبیر:

زهرا قاسمی مهام

مشاور علمی:

دکتر داود افهامی سیسی

کارشناس نشریات دانشگاه:

میلاذ رضائی

هیأت تحریریه:

دکتر اصغر طارمیان - مسعود سراجیه - میلاذ نادری

مرضیه شریفیات - عرفان معتمدی - زهرا قاسمی مهام

محمد حسین یوسف زاده - زیبا فتحی

این نشریه با حمایت
بنیاد علمی آموزشی
قلم چی منتشر شده



سخن سردبیر

بنام خداوند علم و قلم که هستی ببخشید از ملک عدم

عرض سلام و درود خدمت همه شما مخاطبان انجمن چوب و کاغذ

خداوند عزوجل را سپاسگزاریم که بعد از مدت ها فرصتی دوباره یافتیم تا برای دهمین بار با همکاری نویسندگان و دستداران نشریه انجمن علمی پژوهشی چوب و کاغذ دانشگاه تهران در خدمت شما بزرگواران باشیم.

در این شماره از نشریه سعی بر آن شد علاوه بر معرفی فناوری های جدید در زمینه چوب و سلولز از جمله کامپوزیت، نانو فناوری سلولز، مواد حفاظتی و اثر آنها روی خواص سطح پوشش چوب، پرداخت کاری نمونه های چوبی مختلف اصلاح حرارتی شده، مرکب زدایی کاغذهای بازیافتی در راستای جبران کاهش استفاده از منابع فسیلی و توسعه انرژی پایدار و کمک به حل بحران های زیست محیطی، به تاریخچه آثار چوبی و سازه ها و همچنین تحلیل تجاری مبلمان های کلاسیک نیز بپردازیم.

نشریه انجمن چوب و کاغذ با تلاش و تحقیق گروهی از نویسندگان و دانشجویان صنایع چوب و فرآورده های سلولزی تهیه و نگارش شده است، امید است که دانشجویان و علاقه مندان این حوزه با پیشرفت روزافزون در زمینه صنعت و پژوهش با موفقیت های بیش از پیش باعث درخشش و توسعه این مهم شوند.

باتشکر

زهره اقامی مهمام

سردبیر نشریه انجمن چوب و کاغذ دانشگاه تهران

مقدمه:

هر هکتار تا حدود ۷۵۰ متر مکعب چوب درخت سرپا موجود است. جامعه راش ها در مناطق اسالم بر روی خاک سیلیس قرار گرفته اند که در دو آشکوب اول و دوم قرار دارند و در قسمت شرق جنگل های خزری نیز بر روی خاک آهکی بر روی آشکوب های اول و دوم قرار دارند.

در تحقیقی برآورد میوماس روزمینی جنگل های هیرکانی را با استفاده از داده های ماهواره ای بررسی کردند که نشان داد مقادیر بیوماس بین سه منطقه اصلی تحقیق و در طبقات ارتفاعی میان بند و بالابند دارای تفاوت های نسبتاً زیادی می باشند. بیشترین میزان بیوماس در منطقه اسالم و دامنه ارتفاعی بالابند دیده شده است. (قنبری و همکاران ۱۳۹۷)

گونه راش ایران از شمال غرب به جامعه راش ترکیه و قفقاز متصل است و تا ایالت ماسدونی در کشور یوگوسلاوی ادامه دارد و از طرف شرق دریای خزر تا دره زیارت گرگان می توان یافت.

جنگل های اسالم: زیباترین و پربارترین جنگل های راش کوهستانی ایران در اسالم در گیلان وجود دارد که حداکثر ممکن است تا ۷۵۰ متر مکعب درخت سرپا در هر هکتار داشته باشد. بلندای درخت راش در جنگل های اسالم تا ۴۵ متر و قطر ۲ متر دیده شده که از جنگل های مشابه اروپا بهتر است زیرا جنگل های هیرکانی ایران دارای آب و هوای ملایم هستند و دوره رشد آنها طولانی تر از دوره رشد جنگل های مشابه اروپایی است زیرا که آب و هوای اروپا به مراتب سرد تر از شمال ایران است. این جنگل های یکی از با ارزش ترین منابع کشور می باشند که می توان آن ها را به دو جامعه بزرگ راش مستقر بر خاک های آهکی به نام Rusco-Fagetum دانست که بیشتر به سمت شرق متمایل هستند و

کشور ایران با مساحتی بالغ بر ۱۶۵۰۰۰۰ کیلومتر مربع در گذشته حدود ۱۸ میلیون هکتار جنگل داشته که ۱۱ درصد سطح کشور را می پوشانیده است، ولی با گذشته سالها و افزایش بی رویه قطع درختان این سطح رو به کاهش می باشد. یکی از مهم ترین بخش های جنگل های کشور مربوط به نوار شمالی رشته کوه البرز است که از آستارا در شمال غرب تا گلیداغی در شمال شرق ایران را شامل می شود.

پراکنش گونه های مختلف و بسیار مهم در جنگل های هیرکانی، باعث شده است تا توجه بسیاری از دانشمندان به تحقیق در مورد این جنگل های طبیعی و غنی بیش از پیش جلب شود. با یک نظر کلی می توان جوامع جنگلی در حاشیه دریای خزر را به شیوه زیر طبقه بندی کرد:

۱- ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا
Carpinetum orientalis

۲- ۷۵۰ تا ۲۳۰۰ متر از سطح دریا
Fagetum hyrcanum

۳- ۴۰۰ تا ۸۰۰ متر از سطح دریا
parrotio carpinetum

۴- ۵۰ تا ۴۰۰ متر از سطح دریا
Quercus carpinetum

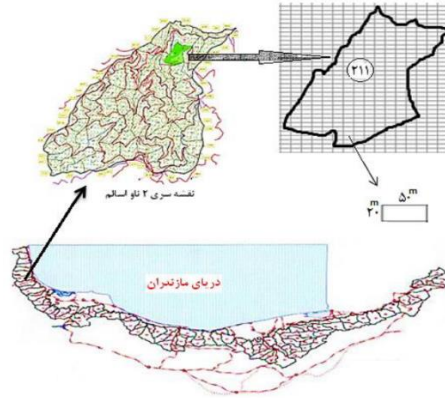
۵- ۲۰ تا ۵۰ متر از سطح دریا
Quercus buxetum

همانطور که ملاحظه می شود *Fagetum hyrcanum* بیشترین پراکنش ارتفاعی را دارد که شامل راشستان های ایران می شود که به حق غنی ترین و ارزنده ترین جامعه جنگلی بشمار می آیند. جنگل های راش ایران از گونه *Fagus orientalis* تشکیل شده است. این جنگل ها اصولاً انبوه بوده و ارزش اقتصادی فراوانی دارند. در بعضی از جنگل های راش ایران در

درختان در آن منطقه برابر با $320/2$ اصله در هکتار، میانگین واقعی سطح مقطع برابر سینه برابر با $29/24$ متر مربع در هر هکتار و میانگین حجم واقعی برابر با $323/31$ متر مکعب در هر هکتار است که نقشه منطقه مورد بررسی در شکل ۱ آورده شده است.

همچنین جامعه راش مستقر بر خاک های اسیدی یا سیلیسی که به جامعه Arctostaphylo-Fagetum شناخته می‌شوند دانست که بیشتر در اسالم گیلان شناخته می‌شوند، تقسیم کرد.

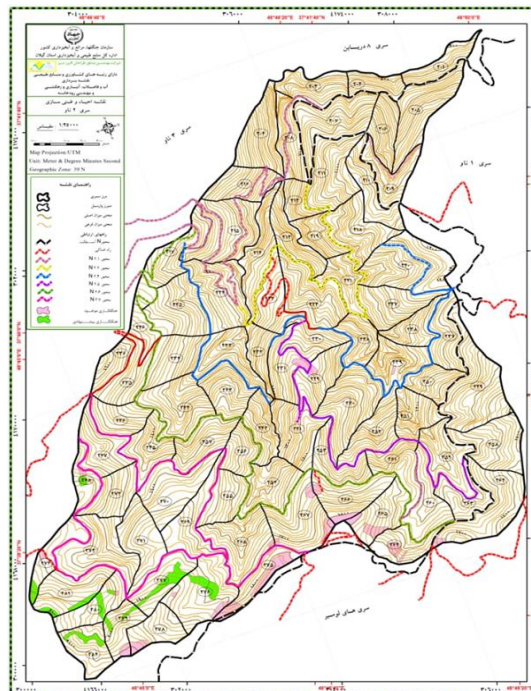
در بین جنگل های مورد بررسی، منطقه ناو اسالم مورد تحقیقات زیادی قرار گرفته که تعداد



شکل 1

گونه‌های چوبی در جنگل خیرود با مدیریت دانشگاهی، در مقایسه با مناطق جنگلی دیگر از وضعیت بهتری برخوردار است. از مهم ترین آنها می‌توان به جوامع راشستان اشاره کرد. منطقه جنگل آموزشی پژوهشی خیرود در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.

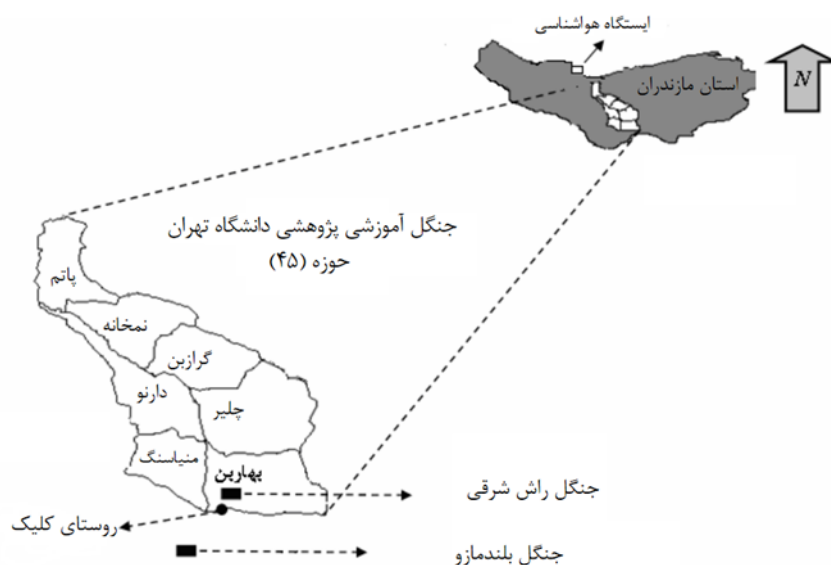
نوشهر: یکی دیگر از مناطق مورد مطالعه و مهم برای جنگل های خزری که در شهر نوشهر واقع شده است جنگل خیرودکنار می‌باشد که تنوع گونه ها و جوامع گیاهی آن باعث شده مورد توجه پژوهشگران قرار گیرد. با توجه به تحقیقات صورت گرفته، وضعیت تنوع



شکل 2

گرگان: از جوامع جنگلی مهم در منطقه استان گلستان که مورد بررسی قرار گرفته‌اند جنگل رادکان گرگان می‌باشد؛ در این مناطق هشت گونه مهم درختی راش، ممرز، انجیلی، شیردار، توسکا، پلت، خدمندی و ملج وجود دارند و در مجموع در آشکوب های پایین ۶۲ گونه گیاهی نیز شناسایی شده است. درخت راش در این مناطق توانسته به صورتی در تمام جوامع حضور داشته باشد به طوری در کنار هر جامعه از هفت گونه دیگر، درختان راش نیز می‌توان یافت. در ناحیه کردکوی استان گلستان ۳ ناحیه

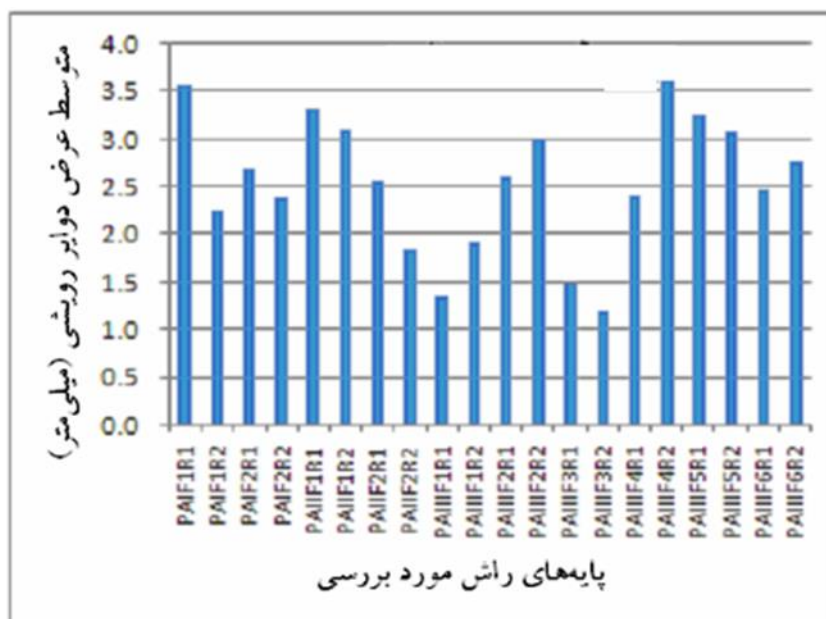
رویشی بالابند (۱۶۴۶ متر) میان‌بند (۱۲۳۶ متر) پایین‌بند (۳۶۶ متر) توسط جعفری و همکاران (۱۳۹۱) بررسی شده است که تفاوت های نمونه ها از نظر رشد و پهنای حلقه های رویش در چند سال مشخص گویای تغییر در رشد بر اثر ارتفاع می‌باشد. (شکل ۴). کردکوی منطقه ایست جلگه‌ای با اقلیم معتدل مرطوب و با میانگین بارندگی سالانه ۵۳۳/۹ میلی‌متر و بافت خاک منطقه، متوسط تا کمی سنگین می‌باشد.



شکل ۴

جدول ۲- مشخصات پایه‌های مورد بررسی درخت راش (*Fagus orientalis*)

متنقه ارتفاعی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	تعداد نمونه	فاصله تا نزدیک‌ترین درخت (متر)	ارتفاع درخت (متر)	قطر برابر سینه درخت (سانتی‌متر)	تعداد دوایر	شعاع بدون پوست (میلی‌متر)	شعاع با پوست (میلی‌متر)
بالابند	۱۶۱۹-۱۲۲۶	۱۲	۷-۴	۴۰-۲۱	۹۷-۳۰	۱۲۶-۳۶	۳۵۳-۱۱۲	۳۵۹-۱۲۲
میان‌بند	۱۲۰۰-۱۱۸۴	۴	۷-۴	۳۶-۳۵	۹۰-۷۰	۷۸-۶۳	۱۸۹-۱۴۳	۱۹۷-۱۴۸
پایین‌بند	۲۷۰-۲۶۸	۴	۷-۶	۳۳-۲۸	۹۵-۵۷	۵۰-۴۸	۱۱۰-۱۰۷	۱۱۵-۱۱۰



شکل ۴- متوسط عرض دواير رویشی پایه‌های راش در مدت ۲۸ سال

منابع:

مصدق، الف، ۱۳۹۳، جنگل شناسی، دانشگاه تهران،

جعفری، مصطفی، مقصودلو، محمدکریم، خانجانی شیراز، بابا، کریمی‌دوست، اسدالله، همتی، ارسلان. (۱۳۹۱). رهیافتی جدید در کاربرد ژنتیکی گاه‌شناسی درختی (شناسایی تنوع در راش) *تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران*,

کردی، م.، و محمدی، ج.، و معیری، م.، و صادقیان، ج. (۱۳۹۶). تعیین ضریب شکل راش (*Fagus orientalis* Lipsky) در جنگل‌های استان گلستان. *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*, ۲۵ (۴) (پیاپی ۷۰) ۵۹۸-۶۰۸.

کاردگر نرگس، رحمانی رامین، زارع حبیب، قربانی سمیه. تنوع گونه‌ای درختان و گیاهان کف جنگل در تیپ‌های جنگل راش آموزشی-پژوهشی شصت‌کلاته گرگان. *بوم‌شناسی جنگل‌های ایران (علمی-پژوهشی)*. ۱۳۹۹؛ ۸ (۱۶): ۱۲۵-

عنابتانی، علی اکبر، گیاهی، حسن، جوانشیری، مهدی. (۱۳۹۷). بررسی و تحلیل آثار ایجاد اقامتگاه‌های بوم‌گردی بر توسعه سکونتگاه‌های روستایی (نمونه: روستای رادکان شهرستان چناران). *(برنامه ریزی فضایی (جغرافیا)*. 8(2), 1-24.

احمدی، ا.، و فلاح، ا. (۱۳۸۸). بررسی رویش و تولید چوب گونه زرین (*Cupressus sempervirens* L. var. *horizontalis*) در جنگل کاری منطقه کردکوی. *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*, ۱۷ (۴) (پیاپی ۳۸) ۶۰۷-۶۱۴.

بیات، محمود، حیدری مستعلی، سحر. (۱۳۹۸). ارزیابی و مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های درختی در جنگلهای هیرکانی (مطالعه موردی: جنگل‌های خیرود، رامسر و نکا). *مجله پژوهشهای گیاهی مجله زیست‌شناسی ایران (علمی)*,

صالحی شانجانی، پ.، و عصاره، م. (۱۳۹۲). بررسی تنوع هاپلوتیپی در گروه‌های درختان چنگالی و میان‌رو جمعیت‌های مختلف راش (*Fagus orientalis Lipsky*) توسط نشانگرهای ریزماهوره کلروپلاستی. *تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران*, ۲۱(۲) (پیاپی ۴۲), ۲۵۷-۲۶۹.

پوراحمد، م.، و اولادی، ج.، و فلاح، ا. (۱۳۹۷). شناسایی گونه‌های درختی در توده‌های پهن‌برگ آمیخته جنگل‌های خزری با استفاده از تصاویر پهپاد (مطالعه موردی: جنگل دارابکلا). *بوم‌شناسی جنگل‌های ایران*, ۶(۱۱), ۶۱-۷۵.

حسینی قلعه‌بهمنی، س.، و عطارد، پ.، و احمدی، م. (۱۳۹۰). توزیع مجدد باران در توده‌های خالص بلندمازو و راش شرقی جنگل‌های خزری (مطالعه موردی: جنگل خیرود). *مجله جنگل ایران*, ۳(۳), ۲۶۴-۲۵۳.

قنبری مطلق، محدثه، بابایی کفاکی، ساسان، متاجی، اسداله، & اخوان. (۲۰۲۰). برآورد بیوماس روزمینی جنگل در جنگل‌های هیرکانی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*, ۲۲(۵), ۱-۱۳.

مرکز زدایی کاغذهای بازیافتی (روش شناورسازی)

زیبا فتحی (دانشجوی دکتری صنایع سلولزی Ziba.fathi@ut.ac.ir)

مقدمه

انواع کاغذهای باطله و نیازمندی‌های خمیر مرکب زدایی شده نهایی است. کاغذ باطله متداول‌ترین در پنچ گروه کارتن کنگره‌ای کهنه، مخلوط کاغذ باطله اداری، خمیر جایگزین و نوع مرکب‌زدایی شده عالی طبقه بندی می‌شوند، جدول ۱.

مرکز زدایی یک فرآیند جداسازی برای حذف مرکب‌ها و سایر نانوفیبرهای آلوده در کاغذهای بازیافتی است. انواع مختلفی از واحدها نیاز می‌باشد تا جداسازی مرکب از الیاف انجام شود و این عمدتاً شامل شستشو، تمیزسازی و غربال است. انتخاب و عملیات این واحدها بر پایه

محصول نهایی	ترکیب و اختصار	طبقه
روزنامه، جعبه، تیشو، دستمال کاغذی	کاغذ روزنامه کهنه (ONP)، کاغذ روزنامه سیاه سفید	کاغذ روزنامه کهنه
لایندر برد، جعبه، کنگره‌ای معمولی، تیشو	کارتن کنگره‌ای کهنه (OCC)، لایندر برد کرافت دوبل (DLK)	کارتن کنگره‌ای کهنه
روزنامه، مجله	مخلوط کاغذ باطله اداری (MOW)، مجله کهنه (OMG)، دفتر، چاپ کامپیوتری (COP)	مخلوط کاغذ
نرمه کاغذ، تیشو، پوشش‌ها	کاغذ و مقوای چاپ نشده، جعبه برش خورده، پوشش برش خورده	خمیر جایگزین
نرمه کاغذ، تیشو، کاغذهای چاپ و تحریر	-	خمیر مرکب‌زدایی شده درجه بالا

جدول ۱

مرکب‌زدایی یک فرآیند دو مرحله‌ای است که شامل حذف مرکب و نانو فیبرهای آلوده از سطح الیاف و حذف آنها به وسیله شستشو، شناورسازی، تمیزسازی و غربال می‌باشد. متداول‌ترین آلودگی‌ها شامل مرکب، مواد خام، مواد زائد، ماسه، پلاستیک و مواد چسبناک است. بیشترین و مهم‌ترین فرآیند مرکب‌زدایی مورد استفاده شناورسازی با ایجاد کف بوده است. این فرآیند مرکب را بطور گسترده‌ای از کاغذ باطله جداسازی می‌کند. شناورسازی تنها با ترکیب با سایر فرآیندها می‌تواند تقریباً همه انواع ذرات مرکب و سایر آلودگی‌ها را از دوغاب خمیر حذف نماید.

فرآیند شناورسازی و تجهیزات آن :

خمیرسازی اولین مرحله در مرکب‌زدایی کاغذهای باطله است. چون که نوع مواد شیمیایی و تجهیزات مورد استفاده برای خمیر کاغذ باطله، فرآیند خمیرسازی قابل مقایسه با پخت سولفیت تفاوت دارد. مواد شیمیایی مطابق با حرارت و انرژی مکانیکی برای جداسازی ذرات مرکب و سایر آلودگی‌ها از الیاف در خمیرسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

دوغاب سپس تحت تاثیر مواد شیمیایی با درصد خشکی ۰/۷ تا ۱/۵٪ در سلول شناورسازی قرار می‌گیرد. معمولاً، ۶ تا ۱۰ سلول شناورسازی به ترتیب (شناورسازی اولیه) برای حذف موثر مرکب نیاز می‌باشد. سپس

بیشترین پیشرفت‌های تکنیکی حاصل شده در این زمینه شامل استفاده از ترکیب شناورسازی و مرحله شستشو است. مفهوم سیستم پس از شستشو، اضافه کردن پراکنده ساز بین دو مراحل شناورسازی استاندارد است. مرحله

خمیرسازی می‌تواند با دو سیستم گسسته‌ایا پیوسته تولید شود. کارخانجات کاغذ روزنامه معمولاً از خمیرسازی پیوسته با درصد خشکی ۴ تا ۸٪ استفاده می‌کنند. سایر کارخانجات معمولاً از سیستم گسسته با درصد خشکی بالا (۸ تا ۱۸٪) استفاده می‌کنند.

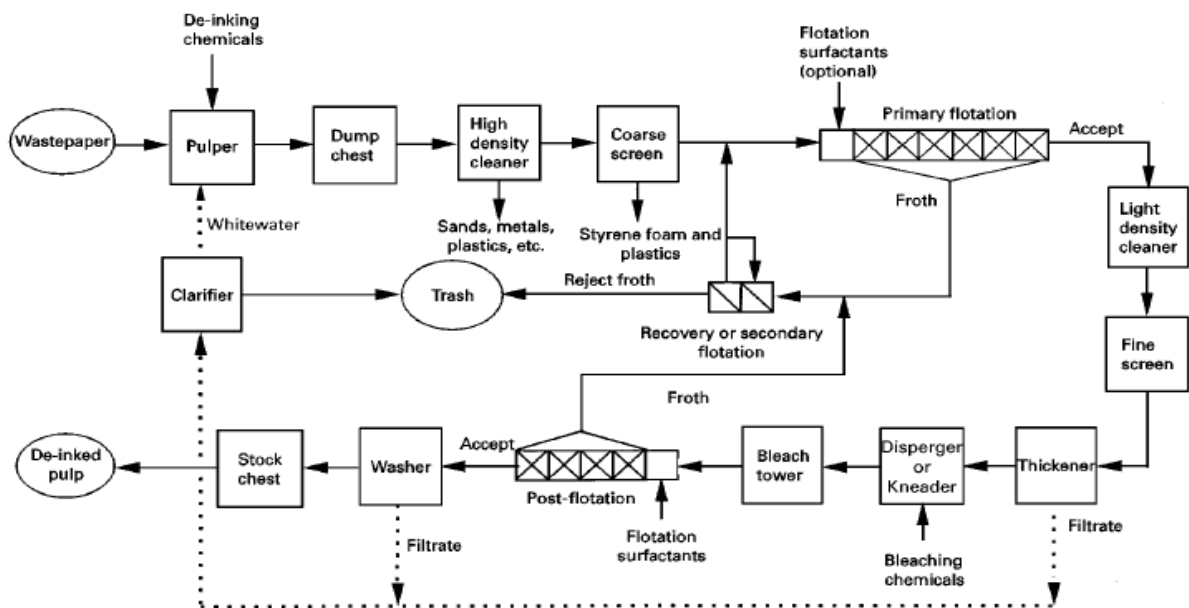
مرکب‌زدایی به روش شناورسازی یک فرآیند جداسازی گزینشی است که از مواد فیتوشیمیایی مختلف بین مرکب و الیاف استفاده می‌کند. مواد شیمیایی شناورسازی به داخل دوغاب خمیر تغذیه شده و ذرات مرکب به‌طور گزینشی آبریز شده و سپس قابلیت شناورسازی افزایش می‌یابد. زمانی که حباب‌های هوا به سلول شناورسازی در دوغاب کاغذ باطله اسپری می‌شود، ذرات مرکب به ذرات هوا می‌چسبند و ذرات هوا به سبب آبریزی آن را به سطح انتقال می‌دهند.

سیستم مرکب‌زدایی به روش شناورسازی

شناورسازی مطابق سیستم مرکب‌زدایی استاندارد اروپایی برای کاغذ روزنامه کهنه است. دوغاب کاغذ باطله پس از خمیرسازی معمولاً از طریق مرحله غوطه‌وری در مخازن بتنی برای متورم شدن الیاف و بهبود جداسازی مرکب از الیاف ذخیره می‌شود.

کف حاصل از شناورسازی اولیه در مرحله دوم یا مرحله بازیابی (معمولاً دو سلول) تمیز می‌شود. نمونه‌ای از این سیستم در شکل ۱ تشریح شده است.

پراکندگی اضافی به کاهش ابعاد مرکب و سایر نانو ذرات فیبر کمک می‌کند و از این رو موجب بهبود کلی عملکرد شناورسازی می‌شود.



شکل ۴ شماتیک از نوعی شناورساز در واحد مرکب زدایی برای مخلوط انواع کاغذ

شناورساز به وسیله پاروهای چرخشی و مخلوط مکانیکی هوا و سوسپانسیون در قسمت پایین می‌باشد. با این حال، این سلول‌ها در حال حاضر استفاده نمی‌شوند.

طراحی سلول شناورسازی ایجاد شده، اما عملکرد مرکب‌زدایی به روش شناورسازی را بهبود داده است.

حال، اگر pH بسیار بالا (بیشتر از ۱۰) باشد، ممکن است موجب ایجاد زردی و تیره شدن خمیرهای حاوی لیگنین شود. اسیدهای چرب متداول و صابون‌های مورد استفاده به عنوان جمع‌کننده مرکب فقط در pH های قلیایی موثر هستند. مرکب‌زدایی به روش شناورسازی در pH خنثی نیاز به استفاده بیشتر از مواد فعال سطحی غیر یونی دارد.

درجه حرارت خمیرسازی و شناورسازی به ترتیب معمولاً حدود ۴۰-۵۵ و ۳۵-۴۵ درجه سانتی‌گراد است. بطور کلی، درجه حرارت زیاد برای بهبود باز شدن الیاف کاغذهای باطله ویژه به عنوان مقاومت تر کاغذ استفاده

سیر تکاملی سلول‌های شناورساز

شناورسازی کف پرکاربردترین فرآیند جداسازی مورد استفاده در کارخانجات کاغذسازی مدرن می‌باشد. این سلول‌ها باز، مستطیلی شکل، با حذف مکانیکی کف نیروی محرک اصلی تکامل سلول‌های شناورسازی مدرن کاهش انرژی و مصرف آب، کاهش سطح مورد نیاز و افزایش عملکرد و ظرفیت است. هرچند بسیاری از تغییرات در

فاکتورهای مؤثر بر خمیرسازی و شناورسازی:

عملکرد مرکب‌زدایی به روش شناورسازی تحت تاثیر فاکتورهای بسیاری مثل pH، درصد خشکی، درجه حرارت، اندازه ذرات مرکب/فیبر، نوع مواد شیمیایی، سختی آب و اندازه حباب‌های هوا است. کنترل صحیح این عوامل موجب حصول اطمینان از کارایی حذف مرکب است.

pH اثر قابل ملاحظه‌ای بر هر دو مرحله خمیرسازی و شناورسازی به وسیله تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی الیاف و مرکب دارد. pH بالا به بهبود واکنش‌پذیری الیاف و جداسازی مرکب از الیاف کمک می‌کند. با این

می‌شود. درجه حرارت کم برای کاغذهای باطله حاوی مواد چسبناک مانند مجله‌ها مفید است

کاغذ باطله اداری درصد خشکی متوسط (۸ تا ۱۲٪) یا بیشتر (۱۲ تا ۱۸٪) استفاده می‌شود. بطور کلی، خمیرسازی با درصد خشکی بیشتر و زمان طولانی‌تر، ذرات مرکب ریزتر بیشتر آزاد می‌شود. متداول ترین درصد خشکی الیاف در عملیات شناورسازی بین ۰/۷ تا ۱/۲٪ است.

ماده افزودنی یا یون‌های کلسیم نباید زمانی که مواد فعال سطحی استفاده می‌شوند، اضافه شوند.

خاکستر یا مقدار پرکننده: این عامل یک رابطه متقابل قوی بین مقدار خاک رس یا پرکننده‌ها در کاغذ باطله و مرکب حذف شده در مرحله شناورسازی دارد. مرکب‌زدایی به روش شناورسازی زمانی مناسب است که کاغذ باطله حاوی مقدار قابل ملاحظه‌ای خاکستر است.

کاغذ روزنامه باطله/مجله باطله حدود ۱۵٪ می‌باشد.

میزان حذف مرکب بر اساس غلظت مرکب خمیر قبل و بعد از شناورسازی محاسبه می‌شود. تکنیک‌های آنالیز تصویری برای اندازه‌گیری اندازه ذرات مرکب (کمتر از ۳ میکرون)، شمارش‌ها و کل سطح الیاف استفاده می‌شود.

ارزیابی کارایی مرکب‌زدایی، با هر دو روش حذف ذرات مرکب با اندازه‌های مختلف و درجه روشنی همراه با میزان وازده می‌باشد. معمولاً برای کارخانجات روزنامه، درجه روشنی و غلظت موثر مرکب باقیمانده و برای انواع کاغذ سفید، تعداد ذرات مرکب اندازه‌گیری بسیار متداول بوده و استفاده می‌شود.

مواد شیمیایی مرکب‌زدایی و دستورالعمل‌ها
استفاده از مواد شیمیایی در فرآیندهای مرکب‌زدایی بسیار پیچیده بوده و جنبه کلیدی دارد. شیمی در شناورسازی برحسب واکنش‌پذیری الیاف، جداسازی مرکب، پراکندگی، تجمع

درصد خشکی: درصد خشکی یا درصد وزنی الیاف خشک در آب تاثیر مستقیمی بر توزیع اندازه ذرات مرکب دارد. بسته به انواع کاغذ باطله، نوع خمیرسازی درصد خشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در کارخانجات کاغذ روزنامه، درصد خشکی کم (۴ تا ۸٪) استفاده می‌شود. اگرچه در کارخانجات مرکب‌زدایی **اندازه ذرات:** شناورسازی موثرترین روش برای حذف ذرات مرکب در دامنه بین ۱۰ تا ۱۵۰ میکرون است. بطور کلی، ذرات کوچک تر از ۱۰ میکرون و بیشتر از ۱۵۰ میکرون نمی‌توانند بطور موثر در فرآیند شناورسازی حذف شوند.

سختی آب: در شناورسازی کاغذ روزنامه، اسیدهای چرب یا صابون‌ها به عنوان جمع‌کننده مرکب استفاده می‌شوند و مقدار متوسط یون‌های کلسیم (۱۰۰ تا ۳۰۰ ppm) برای قابلیت شناورسازی مرکب نیازمند است. هیچ

ارزیابی عملکرد شناورسازی

سه پارامتر اصلی بطور گسترده در صنعت کاغذ برای کارایی مرکب‌زدایی به روش شناور سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند: درجه روشنی، میزان حذف مرکب و میزان وازده. درجه روشنی در صد انعکاس نور اندازه‌گیری شده خمیر یا محصولات کاغذی در طول موج ۴۵۷ نانومتر می‌باشد که در اصل برای ارزیابی کارایی رنگبری استفاده می‌شود. بطور کلی، درجه روشنی در خمیری که مرکب آن حذف شده، افزایش می‌یابد. درجه روشنی معمولاً در حدود ۱۰ تا ۱۵ واحد برای کاغذ روزنامه مرکب‌زدایی شده و ۵ تا ۱۰ واحد برای انواع کاغذهای سفید افزایش می‌یابد.

میزان وازده به عنوان میزان توده وازده به کل دوغاب خمیر در شناورسازی تعریف می‌شود. یک هدف اصلی شناورسازی دست‌یابی به حداکثر حذف مرکب در حداقل میزان وازده می‌باشد. برای مخلوط کاغذهای اداری باطله (MOW)، دامنه وازده معمولاً ۱۰٪ و برای

مرکب و حذف آن بسیار مهم است. بیشترین مواد شیمیایی مورد استفاده برای مرکب زدایی مواد اولیه استاندارد مثل هیدروکسید سدیم و

مواد شیمیایی خمیرساز

مواد شیمیایی مورد استفاده در خمیرساز شدیداً وابسته به نوع کاغذ باطله است. مواد شیمیایی اصلی مورد استفاده برای خمیرسازی و شناورسازی هیدروکسید سدیم، سیلیکات سدیم، عوامل کی‌لیت ساز، پراکسید هیدروژن، مواد فعال سطحی و حلال‌ها می‌باشند. نقش‌های این مواد شیمیایی اصلی بطور خلاصه در ادامه بحث شده است.

هیدروکسید سدیم: برای افزایش واکنش‌دهی الیاف و صابونی شدن رزین‌های مرکب، افزایش pH و قلیایی شدن استفاده می‌شود. نوع و مقدار قلیایی مورد نیاز در خمیرساز وابسته به نوع تیمار شیمیایی، درجه حرارت و زمان خمیرسازی است. هرچند، افزودن هیدروکسید سدیم زیاد به خمیر موجب زردی یا تیره شدن آن می‌شود. این اصطلاح "تیرگی قلیایی یا زرد شدن" نام دارد.

سیلیکات سدیم: سیلیکات سدیم در اکثر مواقع در ترکیب با هیدروکسید سدیم، بطور ویژه‌ای در مرکب زدایی کاغذهای حاصل از منابع چوبی کاربرد دارد. این ماده نه تنها به عنوان قلیا برای واکنش‌دهی الیاف و پراکنده‌ساز ذرات مرکب کاربرد دارد، بلکه همچنین عامل بافر خمیر در دامنه pH مطلوب با هیدروکسید سدیم است.

پراکسید هیدروژن: پراکسید هیدروژن یکی از متداول‌ترین مواد شیمیایی مورد استفاده در بازیافت کاغذهای باطله می‌باشد. همچنین کاربرد زیادی به عنوان ماده شیمیایی رنگبری دارد. افزودن پراکسید هیدروژن در خمیرساز برای خنثی کردن گروه‌های کروموفور ایجاد شده به وسیله قلیای زیاد می‌باشد.

هیدروسولفات سدیم: هیدروسولفات سدیم معمولاً به عنوان یک عامل رنگبری کاهنده برای رنگبری خمیر بازیافتی استفاده می‌شود. **عوامل کی‌لیت ساز / کمپلکس:** ترکیبات کی‌لیت ساز معمولاً برای حذف یون‌های فلزی و همچنین حفظ پراکسید استفاده می‌شود.

سیلیکات سدیم است. به‌طور کلی، بیشتر مواد شیمیایی مرکب‌زدایی به خمیرساز اضافه می‌شود.

دی اتیلن تری آمین پنتا استیک اسید (DTPA) و اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA) متداول‌ترین عوامل کی‌لیت‌ساز مورد استفاده در صنعت بازیافت کاغذ است. ترکیبات مشابه DTPA و EDTA در برخی کشورها مثل سوئد و نروژ وجود دارد.

پراکنده سازها: تری پلی فسفات سدیم و پلی فسفات تترا سدیم بعضی اوقات به خمیرساز برای انجام عملیاتی مانند پراکنده‌سازی مرکب و کی‌لیت‌سازی فلزات اضافه می‌شود. کاربرد عواملی مثل کربوکسی متیل سلولز و پلی اکریلیت سدیم می‌تواند همچنین به پراکنده شدن ذرات مرکب، رسوب مجدد مرکب بر روی الیاف و افزایش درجه روشنی خمیر مرکب‌زدایی شده کمک نماید.

حلال‌ها: حلال‌های آلی یک مرتبه برای حل کردن موم‌ها و وارنیش‌ها استفاده می‌شود، اما مسائل زیست محیطی استفاده از این مواد را محدود کرده است. حلال‌های مورد استفاده در مرکب‌زدایی کاغذ باطله شامل هیدروکربن‌های C12 و C14 و استرهای گلیکول می‌باشند.

مواد شیمیایی شناورسازی

مواد فعال سطحی شاید بیشترین و مهم‌ترین مواد شیمیایی در شناورسازی باشند. این مواد ممکن است شامل دو جزء اصلی ترکیبات آبدوست و ترکیبات آبگریز می‌باشد. فرض بر این است که گروه انتهایی آبدوست مولکول متصل به ذرات جوهر، سطح آبدوست را تیمار می‌کنند. بیشترین مواد فعال سطحی در شناورسازی دو نقش را ایفا می‌کنند. اول، آنها وظیفه جمع‌کنندگی مرکب و انتقال آن به سطح را بر عهده دارند. دوم، آنها به عنوان عامل کف‌ساز در شناورسازی کاربرد دارند. مواد فعال در سطح می‌توانند کاتیونی، آنیونی، غیریونی یا آمفوتریک باشند و در خمیرساز یا فقط قبل از سلول‌های شناورسازی استفاده شوند.

بیشتر اوقات مواد فعال سطحی مورد استفاده اسیدهای چرب و صابون‌های آنها به علاوه مواد فعال سطحی غیریونی می‌باشد. مواد فعال در سطح کاتیونی در حال حاضر در سلول‌های شناورسازی استفاده نمی‌شود.

اسیدهای چرب و صابون‌ها

اسیدهای چرب و صابون‌های آن اولین مواد فعال سطحی در شناورسازی هستند و متداول ترین مواد مورد استفاده در اروپا (بیشتر از امریکای شمالی) است. مخلوط اسیدهای چرب با کربن‌های زنجیر بلند ۱۸-۱۶ مثل استئاریک، اولئیک، پالمیتیک و اسیدهای لینولئیک متداول

جمع بندی کلی

شناورسازی یک فرآیند جداسازی پیچیده مرکب‌ها و سایر آلودگی‌ها از الیاف است. به سبب دلایل اقتصادی و مقررات زیست محیطی سخت گیرانه، مواد جدید به وسیله تولید کاغذ و فناوری‌های چاپ جدید نیازمند سرمایه گذاری ثابت در مرکب‌زدایی می‌باشد.

در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های بزرگی در تکنولوژی شناور سازی با توجه به شناور طراحی و ساخته شده است. با این حال، پیشرفت‌های سریع در چاپ، پوشش‌دهی و دیگر تغییرات کاغذ مرکب‌زدایی را مشکل‌تر می‌کند. تلاش بیشتری برای درک رفتار شناورسازی انواع جدید کاغذ باطله لازم است. شیمی شناورسازی مهم ترین نقش را در تعیین راندمان حذف مرکب ایفا می‌کند. کارخانجات

منابع

ترین مواد مورد استفاده به عنوان جمع کننده مرکب می‌باشد. صابون‌های اسید چرب اشباع شده دارای خاصیت جمع کننده مرکب بهتری نسبت به صابون‌های اسید چرب اشباع نشده می‌باشند. برای عملکرد موثر به عنوان جمع کننده مرکب، اسیدهای چرب نیاز به وجود غلظت معمولی یون‌های کلسیم حداقل ۱۲ درجه سختی آب یا تقریباً ۲۰۰ ppm به عنوان کربنات کلسیم می‌باشد. یون‌های کلسیم می‌توانند منابعی از پرکننده‌های کاغذ مانند کربنات کلسیم و یا منابعی از افزودن کلرید یا اکسید کلسیم باشد.

کاغذ از تغییر سیستم قلیایی به خنثی می‌توانند از مزایای زیادی بهره مند شوند. به عنوان یک نتیجه، مواد شیمیایی رنگ‌بر مانند پراکسید ممکن است لازم باشد.

مرکب‌زدایی آنزیمی یک روش جدید برای کارخانجات بازیافت کاغذ مدرن می‌باشد. تحقیقات زیادی بر روی استفاده از آنزیم به منظور بهبود مرکب‌زدایی انجام شده است. آنزیم‌های مورد استفاده شامل سلولازها، همی سلولازها؛ آمیلازها، لیپاز یا رزیناز می‌باشد. کاربرد تجاری آنزیم برای شناورسازی کاغذهای باطله افزایش کارایی حذف مرکب را نشان می‌دهد. pH خنثی نیز مزایایی را برای کاربرد آنزیم فراهم می‌کند، از این رو می‌تواند جداسازی مرکب از الیاف و کارایی خمیرسازی مجدد را بهبود دهد.

Obradovic, D. and Mishra, L.N., 2020. Mechanical Properties Of Recycled Paper And Cardboard. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, 6(3), pp.0429-0434.

Chaiarrekij, S., Dhingra, H. and Ramarao, B.V., 2000. Deinking of recycled pulps using column flotation: energy and environmental benefits. *Resources, conservation and recycling*, 28(3-4), pp.219-226.

Jiang, C. and Ma, J., 2000. De-inking of waste paper: flotation. *Enzymatic Deinking Technologies*, pp.1-2.

Hernandez, H., Gomez, C.O. and Finch, J.A., 2003. Gas dispersion and de-inking in a flotation column. *Minerals Engineering*, 16(8), pp.739-744.

معدنی سازی چوب

(مرضیه شریفیات دانشجوی دکتری گرایش حفاظت و اصلاح چوب-Marzieh.sharifat@ut.ac.ir)

معدنی شدن چوب در طبیعت (mineralization)

این فرآیند ماده معدنی به داخل ساختارهای چوب وارد می‌شود بدون اینکه با ترکیبات آن پیوند برقرار کند.

معدنی شدن یا سنگ‌شدگی چوب (petrified wood) در اصلاح به این معنی است که چوب در طبیعت به سنگ تبدیل می‌شود (شکل ۱). در

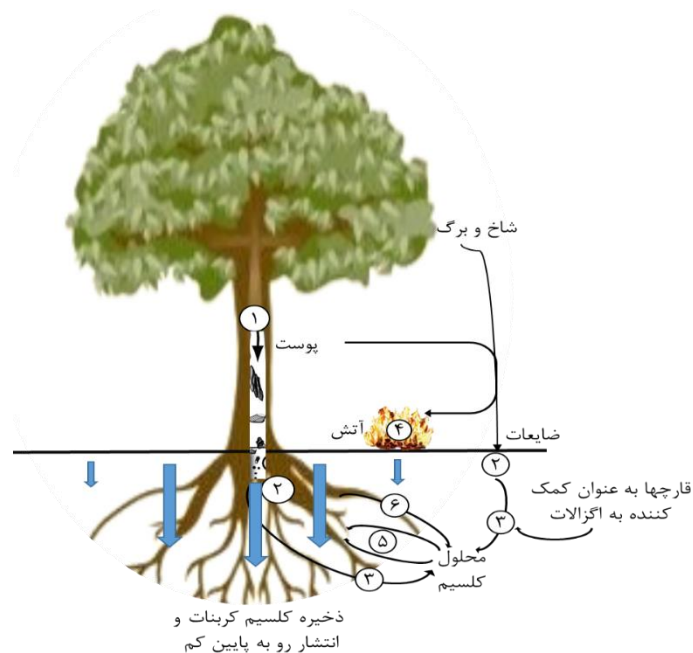


شکل ۱. چوب فسیلی شده یا سنگ شده در طبیعت

۲۰۱۶؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۲). برای مثال باکتری‌های اگزالوتروفیک خاک سبب اکسیداسیون اگزالات به کربنات و رسوب آن در درختان ابروکو شده است (شکل ۲) (کای‌لئو و همکاران، ۲۰۱۱). در این چوب‌ها مواد معدنی حفرات سلولی، فضای بین سلولی، دیواره سلولی و حتی ترک‌ها، دالان‌های حشرات و پوسیدگی‌ها را پر می‌کند (نوآک و همکاران، ۲۰۰۷؛ موستوئه، ۲۰۱۷).

فرآیند معدنی شدن یا سنگ‌شدگی چوب در طبیعت ممکن است به دو صورت رخ دهد (موستوئه، ۲۰۱۷):

معدنی‌سازی زیستی که در آن ارگانسیم‌های زنده (باکتری و قارچ‌ها) مواد معدنی زیستی مانند کربنات، سیلیکات، کلسیم فسفات و اگزالات را تولید کرده و سپس در بافت‌های نرم (مثلاً درختان و یا چوب) ذخیره می‌شود (برای‌سانت و همکاران، ۲۰۰۴؛ فینه‌مور و همکاران، ۲۰۱۲؛ ماو و همکاران،



شکل ۲. نمای معدنی شدن چوب با کلسیم کربنات در درختان زنده، (۱) تخریب چوب که عمدتاً مربوط به موربانه ها و قارچ ها است، (۲) پوسیدگی چوب نهایی که منجر به آزاد شدن بلور اگزالات می شود، (۳) اکسیداسیون کریستال اگزالات توسط باکتری های خاک، (۴) تبدیل کلسیم اگزالات به کلسیم کربنات در طول احتراق چوب، (۵) محلول کلسیم خاک که از طریق ریشه ها پمپاژ می شود، (۶) خارج شدن از ریشه.

چوب جایگزین می شوند (کیم و همکاران، ۲۰۰۹). گاهی چوب ها قبل از معدنی شدن به طور کامل از بین می روند و مواد معدنی حفرات توخالی را پر می کنند که در این روش فقط مورفولوژی سطحی چوب حفظ می شود (موستوئه، ۲۰۱۷).

و Archi EXPO شرکت های مختلفی مانند در هلند از چوب های سنگ شده برای Xyleia تولید محصولات خانگی از جمله میزهای غذاخوری، سینک ظرفشویی و غیره استفاده می کنند (شکل ۳)

چوب ها ممکن است بر اثر حوادث طبیعی مانند آتش فشان، سیل و طوفان در زیر زمین تحت نفوذ آب های معدنی قرار گیرند و مدفون شوند (مورینوا و همکاران، ۲۰۱۴). جایگزینی مواد معدنی در چوب با حفظ ساختار آن انجام می شود. ترکیب دی اکسید سیلیکون مناسب ترین ترکیب برای جایگزینی در ساختار دیواره سلولی چوب و تبدیل آن به سنگ است. در چوب های معدنی شده ابتدا دیواره سلولی چوب تخریب شده و سپس ترکیبات سیلیسی با حفظ ثبات ابعادی



شکل ۳. برخی از محصولات شرکت های هلندی

معدنی سازی چوب به طور مصنوعی

به طور معمول فرآیند معدنی کردن چوب ابتدا با تجزیه دیواره سلولی آغاز و با رسوب مواد معدنی ادامه می‌یابد (کیم و همکاران، ۲۰۰۹). محققان مختلف به این نتیجه رسیده اند که مواد معدنی (سیلیس یا کربنات کلسیم) به داخل دیواره سلولی نفوذ کرده و یا حفرات سلولی را پر می‌کنند (هیل، ۲۰۰۶).

امروزه محصولات معدنی شده به صورت تجاری تولید می‌شوند. شرکت تکنولوژی تیمار الوار (TTT) در ایالت کارولینای جنوبی از ایالات متحده آمریکا چوب‌های تیمار شده با آب شیشه (water glass) را با برند TimberSIL[®] تولید می‌کند. این چوب‌ها در نمای داخلی و خارجی ساختمان‌ها، مبلمان باغی، کفپوش و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. این محصولات رنگ روشنی دارند و مقاومت‌های بیولوژیکی و مقاومت به آتش این چوب‌ها پس از معدنی کردن بهبود می‌یابد. همچنین رنگ‌خوری و چسب‌خوری این چوب‌ها پس از تیمار در حد قابل قبول است.

معدنی سازی چوب در طبیعت ممکن است سال‌ها طول بکشد اما می‌توان با ایجاد شرایط شیمیایی مناسب در آزمایشگاه چوب را معدنی کرد (بروکا و همکاران، ۲۰۱۶؛ سب و بروک، ۲۰۰۱؛ پرایس، ۲۰۱۴). مواد معدنی متنوع مانند کربنات کلسیم (مرک و همکاران، ۲۰۱۶)، سیلیکا و ترکیبات سیلیکونی (بروکا و همکاران، ۲۰۱۶)، فسفات کلسیم (تامپیری و همکاران، ۲۰۰۹)، اکسید آهن (مرک و همکاران، ۲۰۱۴b)، بورات‌ها و غیره برای معدنی سازی چوب مورد استفاده قرار گرفته‌اند. هدف از معدنی سازی چوب انتقال برخی از ویژگی‌های مواد معدنی مانند مقاومت به آتش، مقاومت به پوسیدگی بیولوژیکی و آبگریزی به چوب است (مرک، ۲۰۱۶). اولین تلاش برای انجام معدنی سازی در شرایط آزمایشگاهی در سال ۱۹۶۸ منتشر شد (آخان و همکاران، ۲۰۰۴). از معروف‌ترین روش‌های معدنی کردن چوب سیلیسی کردن و کلسیته کردن چوب است (مرک و همکاران، ۲۰۱۴a و ژنو و همکاران، ۲۰۱۹).



شکل ۴. کاربردهای چوب TimberSIL[®]

و آتش می‌شود. ایران به دلیل دارا بودن ۶۸ نوع ماده معدنی، ۳۷ میلیارد تن ذخایر اثبات شده و بیش از ۵۷ میلیارد تن ذخایر بالقوه به ارزش ۷۷۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۴ در میان ۱۵ کشور بزرگ غنی از مواد معدنی قرار دارد. بنابر این کشور ما پتانسیل قابل توجهی برای تولید محصولات معدنی شده را دارد.

به‌طور کلی معدنی‌سازی چوب با استفاده از ترکیبات طبیعی، غیرسمی و دوست‌دار محیط‌زیست انجام می‌شود. همچنین تجهیزات بکار رفته برای تولید این محصولات ارزان و مقرر به صرفه است. معدنی‌سازی چوب باعث بهبود از ویژگی‌های چوب در برابر ارگانسیم‌های زنده

منابع

Akahane, H., Furuno, T., Miyajima, H., Yoshikawa, T., Yamamoto, S., 2004 .Rapid wood silicification in hot spring water: An explanation of silicification of wood during the Earth's history. *Sedimentary Geology* 169(3): 219-228.

Borůvka, V., Zeidler, A. and Doubek, S., 2016. Impact of silicon-based chemicals on selected physical and mechanical properties of wood. *Wood Research*, 61(4), pp.513-524.

Braissant, O., Cailleau, G., Aragno, M. and Verrecchia, E.P., 2004. Biologically induced mineralization in the tree *Milicia excelsa* (Moraceae): its causes and consequences to the environment. *Geobiology*, 2(1), pp.59-66.

Cailleau, G., Braissant, O. and Verrecchia, E.P., 2011. Turning sunlight into stone: the oxalate-carbonate pathway in a tropical tree ecosystem. *Biogeosciences*, 8(7), pp.1755-1767.

Finnemore, A.; Cunha, P.; Shean, T.; Vignolini, S.; Guldin, S.; Oyen, M.; Steiner, U. Biomimetic Layer-by-Layer Assembly of Artificial Nacre. *Nat. Commun.* 2012, 3, 966.

Guo, H., Luković, M., Mendoza, M., Schlepütz, C.M., Griffa, M., Xu, B., Gaan, S., Herrmann, H. and Burgert, I., 2019. Bioinspired Struvite Mineralization for Fire-Resistant Wood. *ACS applied materials & interfaces*, 11(5), pp.5427-5434.

Hill, C. A. S. 2006. *Wood Modification Chemical, Thermal and Other Processes*, John Wiley & Sons. 260p.

Horrocks, A.R., Price, D. and Price, D. eds., 2001. *Fire retardant materials*. woodhead Publishing.

Kim, K.W., Yoon, C.J., Kim, P.G., Lee, M.B. and Lim, J.H., 2009. Fine structure and X-ray microanalysis of silicified woods from a Tertiary basin Pohang, Korea by scanning electron microscopy. *Micron*, 40(5-6), pp.519-525.

Mao, L.-B.; Gao, H.-L.; Yao, H.-B.; Liu, L.; Colfen, H.; Liu, G.; Chen, S.-M.; Li, S.-K.; Yan, Y.-X.; Liu, Y.-Y.; Yu, S.-H. Synthetic Nacre by Predesigned Matrix-Directed Mineralization. *Science* 2016, 354, 107–110.

Merk, V., 2016. *Mineralization of wood cell walls for improved properties* (Doctoral dissertation, ETH Zurich).

Merk, V., Chanana, M., Gaan, S. and Burgert, I., 2014a. Wood cell wall mineralization. COST Action FP1105, 5th workshop 11-12 November, Thessaloniki, Greece

Merk, V., Chanana, M., Gaan, S. and Burgert, I., 2016. Mineralization of wood by calcium carbonate insertion for improved flame retardancy. *Holzforschung*, 70(9), pp.867-876.

Merk, V., Chanana, M., Gierlinger, N., Hirt, A.M. and Burgert, I., 2014b. Hybrid wood materials with magnetic anisotropy dictated by the hierarchical cell structure. *ACS applied materials & interfaces*, 6(12), pp.9760-9767.

Murínová, T., Mamoňová, M., Mec, P., Daňková, J. and Rezek, P., 2014. Application of scanning electron microscopy for the purposes of mineralized wood survey. In *Advanced Materials Research* (Vol. 1000, pp. 251-256). Trans Tech Publications.

Mustoe, G., 2017. Wood petrification: A new view of permineralization and replacement. *Geosciences*, 7(4), p.119.

Nowak, J., Nowak, D., Chevallier, P., Lekki, J., Van Grieken, R. and Kuczumow, A., 2007. Analysis of composite structure and primordial wood remains in petrified wood. *Applied spectroscopy*, 61(8), pp.889-895.

Pries, M., 2014. *Treatment of solid wood with silanes, polydimethylsiloxanes and silica sols* (Doctoral dissertation, Niedersächsische Staats-und Universitätsbibliothek Göttingen).

Sèbe, G. and Brook, M.A., 2001. Hydrophobization of wood surfaces: covalent grafting of silicone polymers. *Wood Science and Technology*, 35(3), pp.269-282.

Shirmohammadli, Y., Efhamisisi, D. and Pizzi, A., 2018. Tannins as a sustainable raw material for green chemistry: A review. *Industrial crops and products*, 126, pp.316-332.

Tampieri, A., Sprio, S., Ruffini, A., Celotti, G., Lesci, I.G., Roveri, N. (2009) From wood to bone: multi-step process to convert wood hierarchical structures into biomimetic hydroxyapatite scaffolds for bone tissue engineering. *J. Mater. Chem.* 19:4973-4980.

Wang, Y.; Azais, T.; Robin, M.; Valle e, A.; Catania, C.; Legriell, P.; Pehau-Arnaudet, G.; Babonneau, F.; Giraud-Guille, M.-M.; Nassif, N. The Predominant Role of Collagen in the Nucleation, Growth, Structure and Orientation of Bone Apatite. *Nat. Mater.* 2012, 11, 724-733.

نانو کامپوزیت‌های سلولزی

زیبا فتحی دانشجوی دکتری گرایش صنایع سلولزی (ziba.fathi@ut.ac.ir)

و بهبود ویژگی‌های نسبی برخی از مقاومت‌ها می‌شود. از آنجا که شکست‌ها و معایب در مقیاس کوچکتر کمتر است، بدین ترتیب شکست در نانو کامپوزیت‌ها به ندرت اتفاق می‌افتد. نوع دیگری از موارد استفاده سلولز به عنوان ماده اولیه نانوکامپوزیت، جایی است که پرکننده‌های از نوع سیلیکات با مقیاس نانو در ماتریس ترکیب سلولز مانند متیل سلولز، کربوکسی متیل سلولز (CMC) و استرهای سلولزی مانند استات سلولز شرکت دارند.

مقدمه: کامپوزیت به عنوان یک ماده تعریف می‌شود که ترکیبی از دو یا چند جزء یا فاز متمایز می‌باشد که این فازها به صورت متناوب پراکنده می‌شوند، نانوکامپوزیت‌ها یک طبقه بندی جدید از کامپوزیت‌ها هستند که ذرات پر شده در ماتریس‌هایی که حداقل یک بعد از این ذرات در محدوده نانومتر به صورت پراکنده قرار دارند می‌باشند. استفاده از مقیاس نانو دارای مزایایی از جمله افزایش پیوند متقابل بین محدوده اتصال و فاز ساختاری ماده است و باعث افزایش سطوح اتصال

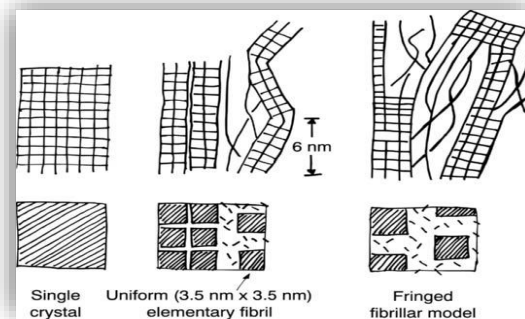
ساختار سلولز

سلولز یک ساختار لیفی، نیمه بلورین، پلی ساکارید خطی و پلیمری زیستی از واحد های (1, 4)- β -D-گلوکز است که پیوند های کوالانسی از طریق گروه های استال بین گروه OH استوایی از کربن شماره C4 و اتمهای کربن شماره C1 وجود دارد. سلولز فراوان ترین پلیمر بر روی زمین است.

درجه پلیمریزاسیون

طول زنجیره سلولز، تحت عنوان درجه پلیمریزاسیون (DP) بیان می شود که بر اساس منشا و نوع تیمار ماده خام اولیه متنوع است.

شکل زیر مدل های مختلف از ساختار فوق مولکولی میکرو فیبرهای سلولز و برخی از صورت های زنجیره جانبی در سلولز توسط اشعه ایکس می باشد.



تیمار با محلول قلیایی (NaOH) یا انحلال سلولز که پس از آن الیاف متورم شده و اصطلاحاً سلولز مرسریزه را ایجاد می کند سلولز I را به سلولز II تبدیل می کند. مناطق آمورف به عنوان معایب ساختاری عمل می کنند و مسئول تقسیم عرضی میکرو فیبرها به کریستال های کوچک یا نانو ویسکرها هستند. ساختار منافذ نیز اهمیت زیادی دارد، زیرا منافذ بر روی قابلیت دسترسی به واکنش دهنده ها و تجزیه زیستی آنزیمی تاثیر می گذارد.

جهت گیری یا زاویه میکرو فیبریل های سلولزی بر عملکرد مکانیکی الیاف سلولزی تاثیر می گذارد؛ جهت گیری کمتر، قابلیت کشیدگی بیشتر و مدول انعطاف پذیری بالایی را ایجاد می کند، در حالی که جهت گیری بیشتر، مدول الاستیسیته بالا و قابلیت کشیدگی کم در حین شکست را ایجاد می کند.

نانو ذرات سلولزی تقویت شده

(الف) جداسازی اجزای نانو ذرات و پردازش مرتبط با آن محدود به مقیاس آزمایشگاهی است.

(ب) فرایند جداسازی خسته کننده بوده و میزان آب، انرژی و مواد شیمیایی بسیاری مصرف می کند، و در عین حال تولید بسیار پایین و راندمان کم.

پتانسیل تقویت سلولز در ابعاد نانو، ترکیبی از مزایای مواد با پایه زیستی و فناوری نانو به شیوه ای هماهنگ است. با این حال، تولید نانو کامپوزیت های سلولز با عملکرد عالی و کاربردهای گسترده آن به غلبه و یا نادیده گرفتن برخی از چالش هایی که این نانوساختارها با آن روبرو هستند بسیار وابسته است:

ج) پیوند هیدروژنی بین مولکولی قوی بین اجزای سلولز باعث ایجاد الزامات فرآیند مورد نیاز برای بهبود پراکنندگی در داخل فاز ساختاری می شود.

میکروکریستال سلولز (MCC)

MCC ماده ای سفید، بدون بو، و به صورت پودر کریستالی تحت نام تجاری Avicel می باشد.

تولید MCC شامل هیدرولیز شیمیایی الیاف گیاهی است که اغلب با عملیات مکانیکی همراه است.

سلولز باکتریایی (BC)

ابتدایی که از طریق منافذ موجود در سطح باکتری استخراج شده و نانوفیبریل های خشک با ابعاد (۱۳ × ۷ نانومتر) به میکروفیبریل های مسطح با عرض ۷۰ تا ۱۵۰ نانومتر متصل می شوند.

باکتری های گرم منفی برای مدت طولانی توانایی تولید سلولز، همچنین "سلولز باکتریایی" (BC) که به عنوان یک محصول بیوسنتزی نامیده می شود را دارند. زنجیره سلولز از سلول به عنوان فیبریل

سلولز میکرو فیبریل شده (MFC)

ریش ریش کردن فیبرهای خمیر یک ساختار شبکه ای مانند ساختار نانو برای بدست آوردن سلولز میکرو فیبریل شده ایجاد می کند. اصطلاحات مختلفی وجود دارد که اغلب همراه با ویسکرهای سلولز، مانند نانو ویسکر سلولز (CNW) و نانو کریستال سلولز (CNC) برای توصیف توزیع یکنواخت نانوذرات سلولزی در سوسپانسیون استفاده می شود.

تیمار مکانیکی

تقویت سلولز به شکل MFC معمولاً از طریق تیمار مکانیکی الیاف خمیر که متشکل از فرآیندهای پالایش و هموژنایزر تحت فشار بالا یا از طریق پالایش با نیروی برشی بالا و نیروهایی که در طول پالایش و همگن سازی درگیر هستند به دست می آید. در نتیجه سلولز میکرو فیبریل شده (MFC) درجه بالایی از فیبریل شدن یا جداسازی الیاف را دارند.

تیمار بیومکانیکی

تیمار بیو مکانیکی همانند تیمار مکانیکی به ملزوماتی از جمله انرژی بالا وابسته است، ابتدا یک روش آنزیمی برای آماده سازی MFC انجام شده و تیمار شیمیایی

پس از آن پالایش و نیروی برشی با فشار بالا نیز انجام می شود.

هیدرولیز توسط اسیدسولفوریک، گروه های سولفات (یون سولفات: $2-SO_4$) در کل سطح کریستال های سلولز منجر به ایجاد بار منفی در سطح الیاف می شود.

نانو کریستال سلولز به طور عمده توسط MCC با هیدرولیز اسیدی توسط اسید سولفوریک (H_2SO_4) و یا از طریق استفاده از ارگانیک های حاوی لیتیم کلراید (LiCl) انجام می شود، در طول

ریخته و در خلاء قرار داده می شود. دمای انتخابی به حلال اجازه تبخیر و شکل گیری فیلم می دهد. مزایای آن عبارتند از: دمای پایین فرایند، مقدار کم نمونه مورد نیاز و ضخامت یکنواخت فیلم. با این حال، این تکنیک محدود به مقیاس آزمایشگاهی بوده و تکنیکی زمان بر است.

شکل گیری محلول: شکل گیری محلول شامل مخلوط کردن سوسپانسیون حاوی نانو ذرات پراکنده شده در آب و ساختار پلیمر حل شده است. سوسپانسیون همگن توسط استیرر در دمای اتاق یا در دماهای بالا ایجاد می شود. به منظور حذف هوا، سوسپانسیون به طور معمول تحت فشار خلا قرار می گیرد. مخلوط سپس در ظرف مخصوص کشت

ذوب شدن

بزرگ است. پراکندگی یکنواخت نانوذرات را می-توان با کنترل پارامترهای پردازش تغییرات سطحی نانو سلولز به دست آورد.

گرما یا تابش آغاز شود یا به وسیله انتشار یک کاتالیزور مناسب باشد. این روش را می-توان در هر دو مقیاس کوچک و بزرگ استفاده کرد.

می-شود، محتوای فیبر در این نانو کامپوزیت نسبتاً بالا بوده (۷۰ درصد وزنی) و مقاومت مکانیکی حدود ۵ برابر بیشتر از پلاستیک های مهندسی شده دارد.

شده است. علل اصلی در دسترسی محدود به تقویت کننده ها یافت می-شود، اما درگرایش آنها به مترکم شدن (کلوخه شدن) و اینکه مانع پراکندگی همگن در ساختار پلیمری می-شوند یک علت دیگر است. در کاغذ سازی نیز کاربرد فراوان نانو سلولز بر کسی پوشیده نیست اما چالش اصلی استفاده از این ماده بحث آبدوستی بالا و تمایل به کلوخه شدن آن است که بحث آبیگری خمیر کاغذ را مختل می-کند.

در این فرایند، پلیمر ذوب شده و نانوساختارها با یکدیگر در یک اکسترودر ترکیب می-شوند و نیروهای برشی در داخل اکسترودر نانومواد را به طور کامل در داخل ماتریس پلیمری پراکنده می-سازد. ذوب شدن روش تولید نانو سلولز در مقیاس پلیمریزاسیون موضعی

در این تکنیک، نانو تقویت کننده ها در محلول حاوی مونومر پراکنده می-شوند. پلیمریزاسیون به وسیله پیوند متقابل در داخل ماتریس مونومر اشباع شده انجام می-شود. پلیمریزاسیون می-تواند به وسیله خواص نوری

تقویت کننده ها به طور خاص بر وضوح ساختار پلیمری تاثیر نمی-گذارد. آنها شفاف به نظر می-رسند زیرا ابعاد نانو ذرات کوچکتر از طول موج نور مرئی می-باشد. می-توان کامپوزیت اپتیکی شفاف که در آن تقویت کننده های باکتریایی سلولز استفاده

زیست تخریب پذیری نانو سلولز

در حال حاضر اکثر نانوکامپوزیت های پلیمری با پلیمرهای مصنوعی و نانوساختارها مانند نانوسیلیکات تهیه شده اند و به همین علت تجزیه زیستی آنها بسیار محدود است. نانوکامپوزیت های سلولز در این رابطه سودمند هستند، زیرا سلولز یک پلیمر طبیعی فراوان است. به رغم مزایای عمده نانوکامپوزیت های سلولز، استفاده از آنها هنوز به استفاده از کاربرد های تخصصی محدود

کاربرد های عمده نانو سلولز عبارتند از:

پزشکی

دارند. اصلاح سلولز باکتریایی با کیتوزان، در طی بیوسنتز آن و ادغام عوامل ضد باکتری به زنجیره سلولز باعث تولید کامپوزیتی می-شود که به عنوان مواد پانسمان عالی برای درمان سوختگی ها و زخم هایی که نیاز به تعویض مکرر پانسمان دارند

نانوکامپوزیت های پلی ونیل استات - سلولز باکتریایی طیف گسترده ای از کنترل ویژگی های مکانیکی همراه با جایگزینی بافت آئورت را به دست می-دهد. نانوکامپوزیت های حاوی هیدروکسی آپاتیت در ساخت استخوان های مصنوعی کاربرد

استفاده می‌شود. نانوکامپوزیت با افزودن پرکننده های نانو سلولز در مقیاس کم (۲ درصد وزنی) از پلیمرهای پلی سولفون، توانایی استفاده از دستگاه های تجزیه زیستی قابل حمل را دارد که به انجام

برق و الکترونیک

نانو کریستال ها به عنوان عامل تقویت کننده مکانیکی الکترولیت های پلیمری با ضخامت کم برای استفاده از باتری لیتیوم مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به کاربرد بالقوه آن در باتری های قابل شارژ، سلول های سوختی، سلول های

بسته بندی زیستی

سلولز یک پلیمر زیستی تجدید پذیر و غیر سمی است. مواد نانوکامپوزیتی پتانسیل بزرگی برای کاربردهای فراوان در صنایع غذایی، از جمله بسته بندی فعال با خواص بیوفیزیکی مانند بسته بندی ضد میکروبی دارند. خواص مطلوب ساختاری و

نتیجه گیری

نانوکامپوزیت های سلولز دارای پتانسیل بسیار بالایی هستند تا به جهانی از نانو مواد نسل جدید تبدیل شود. با این حال، نانوکامپوزیت های سلولز هنوز در دوران اولیه رشد و توسعه خود هستند و شناخت رفتار مواد در ابعاد نانو، به ویژه در مولکول پیچیده ای مانند سلولز، بسیار محدود است.

منابع

Stevens, C.V., 2010. Industrial applications of natural fibres: structure, properties and technical applications (Vol. 10). John Wiley & Sons.

Huber, T., Graupner, N. and Müssig, J., 2010. Natural fibre composite processing: A technical overview (pp. 407-421). Wiley.

Bandyopadhyay-Ghosh, S., Ghosh, S.B. and Sain, M., 2010. Cellulose nanocomposites (pp. 459-480). Wiley.

فناوری های نوین چسب زنی در فرایند لبه چسبانی

(محمدحسین یوسف زاده-دانشجوی ارشد گرایش مدیریت صنایع چوب و فرآورده های سلولزی)
Mmdhb94@gmail.com

مقدمه

فشرده ابتدا از چسب های دست ساز استفاده می کردند. این چسب ها محلول در آب بودند و باید

در اواسط قرن بیستم که اوراق فشرده با چوب ماسیو جایگزین شدند که در فرایند تولید اوراق

عملیات دیالیز در خانه مورد استفاده می‌باشد و موجب بهبود قابل ملاحظه در درمان و شیوه زندگی بیماران کلیوی می‌شود.

الکتروشیمیایی نور، الکتروکرومی و بسیاری دیگر از دستگاه های الکتروشیمیایی، در زمینه الکترولیت های پلیمری جامد یونی مورد توجه قرار گرفته است.

بازدارندگی(مانع شوندگی)، همراه با خواص عملکردی و خواص فیزیکی نانوکامپوزیت سلولز می تواند نیروی محرکه اصلی در توسعه کاربرد های جدید این ترکیب زیستی باشد.

با استفاده از رویکرد هم افزایی بین مواد زیستی و فناوری نانو، انتظار می‌رود نسل جدیدی از مواد پایدار که به عنوان جایگزین مواد پایه موجود در پتروشیمی که از منابع تجدید ناپذیر و فسیلی هستند ظاهر شود.

هنگام استفاده به این نکته توجه می شد که علاوه بر لبه قطعه کار باید نوار هم آغشته به چسب شود و باید کمی صبر میکردند تا چسب مقداری خشک شود و بعد از آن چسب زنی را انجام می دادند. این نوع چسب ها مقاومت به حرارت و عمر کمی داشتند.

توسعه ماشین های لبه چسبان

نیاز به فرایند اتوماتیک لبه چسبانی منجر به ظهور اولین دستگاه لبه چسبان در دهه ۱۹۶۰ میلادی شد. این ماشین ها با چسب های محلول در آب کار می کنند و هم تخته و هم نوار را به چسب آغشته می کردند. چسب با استفاده از لامپ های گرمایی خشک می شد. ظرفیت این دستگاه-ها ۲۵ متر در دقیقه بود.

این ماشین های برای مواد مصنوعی غیر قابل جذب مناسب نبود زیرا چسب های محلول در آب

۱- بهره وری

نیاز به افزایش تولید مبلمان منجر به افزایش تولید ماشین آلات سریع تر شده است که ماشین های لبه چسبان امروزی با نرخ تغذیه ۵ تا ۱۰۰ متر در دقیقه و استفاده از چسب های گرمانرم می توانند نیاز تولیدکنندگان را تا حد زیادی برطرف کنند.

توانایی نفوذ پذیری در این مواد را نداشتند. روند بهبود کیفیت چسب منجر به تولید چسب های حرارتی گرمانرم یا ترموپلاستیک شد که هنوز هم در لبه چسبانی استفاده می شوند. به دلیل رقابت تولید کنندگان روبه روز کیفیت تولید چسب ها بیشتر می شود در حال حاضر اکثر ماشین های لبه چسبان عملیات چسب زنی را از طریق یک رول عمودی و به طور مستقیم روی تخته انجام می دهند. در این دستگاه ها عملیات چسب زنی توسط سیستم های تزریق چسب از طریق نازل های شیار مانند انجام می شود.

نیازهای بازار

با پیشرفت صنعت چوب تقاضای تولیدکنندگان ارتقا یافته است که به پنج دسته کلی تقسیم می شوند و براساس این پنج دسته روند پیشرفت تعیین می شود.

۲- بهبود مقاومت به گرما و سرما

با افزایش تجارت بین الملل و افزایش کیفیت مورد نیاز مصرف کننده، توجه به مقاومت مبلمان بیشتر شده است. در زمینه فرایند لبه چسبانی، چسب های گرمانرم با وجود اینکه به گرما حساس هستند اما از نظر کیفی شرایط بالاتری نسبت به استاندارد های تعیین شده دارند.

مزایا و معایب سیستم جدید لبه چسبانی

معایب	مزایا
- هزینه بالای ماشین آلات - انعطاف کم سیستم - نفوذ کم در تخته ها - مصرف هوای فشرده زیاد	- وضوح کم خط چسب - تمیزی سطح کار - درز کردن اتصالات به طور مناسب

تولیدکنندگان باید آگاه باشند که فعالیت های آنها روی محیط زیست اثر دارد و استراتژی های مثل ردپای کربن و کنترل مواد شیمیایی در حال عملی شدن است، از طرف دیگر مصرف کنندگان نگران انتشار فرمالدئید از مبلمان هستند و خواستار استفاده از موادی هستند که حداقل انتشار فرمالدئید را داشته باشد که از این حیث

۳- مواد جدید

امروزه طراحان داخلی و تولید کنندگان مبلمان به سمت تولید مصنوعات که ظاهر طبیعی دارند روی آوردند مثل هایگلاس که در آن آلومینیوم بکار رفته است که چسب گرمانرم نیز انطباق بسیار خوبی با این تغییر داشته است.

۴- توسعه پایدار و مسئولیت اجتماعی

چسب های گرمانرم برپایه اتیل وینیل استات حتی در تماس با مواد غذایی هم بی خطر هستند.

استانداردهای کیفی پرکاربرد در فرایند لبه چسبانی

استاندارد	ویژگی ها	طبقه بندی
Ikea ISO-TM-0002	مقاوم در برابر گرما تا ۸۵ درجه سانتی گراد توسط پرس پلیت گرم به مدت ۶۰ دقیقه	ارزش گذاری بین ۱ (نادرست) تا ۵ (کامل و بدون تغییر)
German WPS-68	مقاوم به درجه حرارت های بالا در دستگاه آون	مقاومت گرمایی نهایی در صفر درجه به دست می آید
Spanish UNE EN 56843 Spanish UNE EN 56875 V2	مقاوم به حرارت های بالای ۷۰ درجه سانتی گراد در دستگاه آون طی ۶ ساعت	نتایج به دو دسته صحیح و ناصحیح طبقه بندی می شوند
British Standard BS6250 British Standard BS6222	مقاوم به حرارت های بالای ۶۰ درجه طی ۳ روز	ارزش گذاری بین ۱ (نادرست) تا ۵ (کامل و بدون تغییر)

است از جمله استفاده از چسب گرمانرم شفاف که هم از نظر بهبود ظاهر محصول و هم از نظر هزینه EVA بر پایه مناسب است.

۵. خط چسب نامریی

با هدف بهبود ظاهر محصول، یافتن راه حلی که خط چسب نامریی ایجاد شود، مدنظر قرار گرفته



کنند و این نوع دستگاه ها در بین تولید کنندگان از جایگاه خوبی برخوردار است. امروزه تولیدکنندگان برای استفاده چسب گزینه های زیادی برای انتخاب دارند و با توجه به خط تولید باید مناسب ترین نوع چسب را انتخاب کنند زیرا چسبی که برای تولید مبلمان اداری استفاده می شود با مبلمان منزل از نظر مقاومت کاملا متفاوت است پس تولیدکننده باید قبل از همه

ظهور فناوری های جدید در فرایند لبه چسبانی با ظهور سیستم های جدید چسب، نیاز مشتریان تا حد زیادی برطرف شده است و اتصالات قابل مشاهده کمتر و مقاومت بهتر شده اند.

انتخاب بهترین سیستم چسب

اکثریت تولیدکنندگان از دستگاه های لبه چسبانی استفاده می کنند که با چسب گرمانرم کار می

شود و در نهایت محصولی با مقاومت لازم تولید می شود.

مراحل تعیین کند چه نوع مبلی می خواهد تولید کند و براساس این هدف نوع چسب تعیین می

مقایسه چسب های گرمانرم در لبه چسبانی

نوع سیستم چسب	مزایا	معایب
چسب های گرمانرم برپایه با پرکننده EVA	-اقتصادی -سهولت استفاده -موثر	مقاوم به دمای بالای ۷۰-۹۰ درجه سانتی گراد
چسب های گرمانرم برپایه بدون پرکننده EVA	-شفاف -بازدهی بالا -وضوح کم خط چسب	مقاوم به دمای بالای ۷۰-۹۰ درجه سانتی گراد
چسب های گرمانرم پلی الفین (APAO)	-مقاوم به دمای بالای ۹۰-۱۰۰ درجه سانتی گراد -بدون نیاز به تجهیزات خاص	-قیمت بالا -پیچیدگی استفاده
چسب های گرمانرم گرانیولی PUR	-مقاومت به حداکثر حرارت و رطوبت -واکنشی بودن -وضوح کم خط چسب	-نیاز به ماشین آلات مناسب با نوع چسب -هزینه خیلی بالا -مضر برای مصرف کننده -پیچیدگی استفاده و نگهداری
چسب های گرمانرم حجیم PUR	-مقاومت به حداکثر حرارت و رطوبت -واکنشی بودن -وضوح کم خط چسب	-نیاز به ماشین آلات مناسب با نوع چسب -هزینه خیلی بالا -مضر برای مصرف کننده -پیچیدگی استفاده و نگهداری

نتیجه گیری

را پوشش می دهند اما با این حال هنوز هیچ دستگاهی نیامده که بتواند به طور گسترده از چسب های گرمانرم استفاده کند و محدودیت نداشته باشد. در مجموع با توجه به اینکه مصرف کنندگان خواهان این هستند که ماشین

به طور خلاصه می توان بیان کرد که داشتن اطلاعاتی در مورد انواع مختلف چسب می تواند باعث انتخاب چسب مناسب برای تولید مبلمان شود. لبه چسبان های مختلفی در بازار وجود دارند که تا حد زیادی نیاز های مصرف کنندگان

آلات کارخانه آن را تغییر ندهد به همین دلیل پیشنهاد می شود از چسب گرمانرم پل الفینی که

بدون نیاز به تغییرات می تواند مورد استفاده قرار گیرد، پیشنهاد می شود.

چوب اصلاح حرارتی شده با روغن (OHT)

مسعود سراجیه دانشجوی دکتری گرایش حفاظت و اصلاح چوب (Masood.sarajieh@ut.ac.ir)

نمای چوب در ساختمان از دیرباز مورد استفاده بوده است، به نوعی اولین نمایی که یک خانه داشته چوب بوده است. در طی سالیان نیز با توجه به حسی که چوب به انسان می بخشد هنوز هم مورد استفاده است، در دوران مدرن امروزی که در ساختار ساختمان کمتر از چوب استفاده می شود، می توان با استفاده از چوب نمای طبیعی تری به ساختمان بخشید اما با توجه به طبیعی بودن ماده و خاصیت تخریب طبیعی باید فرایندی انجام شود تا طول عمر و کیفیت متریال افزایش یابد. به این منظور کارهای مختلفی می توان انجام داد از جمله اشباع کردن با مواد حفاظتی، رنگ کردن، زغال کردن و یا حرارت دادن با بخار آب یا روغن که هر کدام مزیت های خود را دارند.

در فرایند اشباع مواد حفاظتی به چوب نفوذ کرده و باعث می شود قارچ ها و حشرات از چوب به عنوان مواد غذایی یا لانه استفاده نکنند و این نیاز به مواد حفاظتی و تجهیزات خاص خود را دارد و اینکه رنگ چوب عوض شده و از طبیعی بودن خارج می شود.

رنگ کردن از ارزان ترین راه ها است که نیاز به هزینه اولیه و یا تجهیزات خاصی ندارد ولی کمترین طول کارکرد را دارد و باید در دوره های کوتاه مدت باز انجام شود در صورتی که رنگ دلخواه را می توان داشت. در روش زغال کردن سطح چوب یا به زبان ژاپنی که بیشترین مصرف در آن کشور می باشد (شو سوگی بن)، سطح چوب تا حد زغال با شعله مستقیم حرارت داده می شود و بدین طریق از بسیاری صدمات جلوگیری شود ولی در این روش طیف رنگی در کار نیست و فقط سطحی سیاه نمایان است.

در روش اصلاح حرارتی با بخار آب که معروف ترین برند تولید کننده آن ترمو وود (Thermowood) است و در بازار نیز به همین نام شناخته می شود، چوب با دمای بالا و بخار آب تیمار شده و مواد قندی موجود از بین می روند و مواد آروماتیک جدیدی ساخته شده و علاوه بر تغییر رنگ زیبایی که به وجود می آید به مقدار زیادی در برابر حشرات و قارچ ها ایمن می شود، این در حالی است که وزن چوب کمی کاهش پیدا می کند و مقاومت های مکانیکی آن کاسته می شود و میزان حرارت تیمار با مقاومت مکانیکی رابطه عکس دارد، اما با توجه به مورد مصرف این متریال این کمبود مورد توجه نیست چون نیازی به مقاومت مکانیکی در نمای ساختمان نیست.

از دیگر روش هایی که در این مبحث می توان از آن نام برد اصلاح حرارتی با روغن است که به اختصار OHT گفته می شود. فرایند تولید این محصول مثل ترمو وود و اشباع، نیاز به فشار ندارد و حرارت با روغن گیاهی مانند سویا انتقال داده می شود، زیرا دمای تبخیر روغن بالاتر از آب است. در این متد مانند ترمو وود درجه تیرگی رنگ قابل تنظیم است و با دمای بالاتر چوب تیره تر طول عمر بالاتری پیدا می کند ولی در این روش میزان مقاومت مکانیکی کمتر از روش ترمو وود کاسته می شود و این موارد مصرف را در عملیات بیشتر می کند مانند تیرهای هیبرید که با استفاده از ورق آلومینیوم یا آهن در لایه میانی به تیر باربر تبدیل شده و می توان از آن در ساختمان سازی از آن استفاده کرد. در این روش محدودیتی در انتخاب چوب نیست و هر چوبی با هر ضخامت و طولی را می توان با کیفیت بالایی تیمار کرد.

بررسی امکان استفاده از رنگدانه فسفرسانس در پوشش رایج مبلمان چوبی

مصنوعی می‌باشد که برای استفاده در دراز مدت باید از آن محافظت نمود. این عمل سبب افزایش طول عمر و حفظ زیبایی آن می‌گردد. یکی از روش‌هایی که امروزه برای حفاظت و افزایش زیبایی چوب مورد استفاده قرار می‌گیرد، پوشش دادن سطوح چوب به وسیله‌ی پوشش‌های چوبی می‌باشد. در دهه‌های اخیر با عرضه‌ی پوشش‌های چوبی که از قابلیت حفاظت بالا برخوردارند، انتظارات بیشتری در خصوص افزایش عمر مفید چوب ایجاد شده است. از پوشش‌هایی که برای پوشش دادن چوب آلات مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌توان به پوشش‌های نیتروسولوزی، پلی‌یورتان، اکریلیکی، اپوکسی و غیره اشاره کرد. این مطالعه با رویکرد حفاظت، افزایش زیبایی چوب و ایمنی در شب، امکان استفاده از نانوذره فسفرسانس با هدف بهبود عملکرد سطح چوب با پوشش‌های پلی‌یورتان و نیتروسولوزی انجام پذیرفت.

عبارت دیگر، در اثر اضافه کردن حد بهینه ۲۰ درصد فسفرسانس به پوشش‌های نیتروسولوزی و پلی‌یورتان به ترتیب میزان مقاومت چسبندگی آنها در چوب راش به میزان ۴۷ و ۳۶ درصد افزایش یافت. همچنین نتایج آزمون طیف سنجی نشان داد، امکان ایجاد پیوند کووالانسی با گروه‌های عاملی هیدروکسیل وجود دارد و میزان زبری نمونه‌های پوشش‌دار حاوی نانو ذرات فسفرسانس نسبت به نمونه فاقد پوشش روند کاهشی داشته‌است. نتایج آزمون رنگ سنجی

چوب یکی از منابع تجدید پذیر بر روی کره زمین می‌باشد که از دیرباز تاکنون استفاده و بهره برداری از آن سبب بهبود نیاز بشر گردیده است. از این ماده طبیعی در صنایع مختلفی (سازه‌های چوبی، مبلمان، کامپوزیت‌های چوبی، کارتن‌سازی و کاغذسازی) مورد استفاده قرار می‌گیرد. به دلیل کاربرد منحصر به فرد چوب در صنعت مبلمان‌های چوبی توجه بیشتری به این ماده شده‌است. همچنین به جهت داشتن نقش و نگار بافت چوب صنعت گران و تولید کنندگان مصنوعات چوبی در تلاش اند تا محصولات خود را با بهترین کیفیت، نسبت به ذوق و سلیقه‌ی خریداران به بازار عرضه کنند (غفرانی و خجسته ۲۰۱۳). در این میان علاوه بر کاربرد منحصر به فرد چوب نسبت به سایر مواد، باید ویژگی‌هایی نظیر خاصیت هرسونایکسانی، ناهمگن بودن، نپذیری و تغییر ابعاد را در نظر گرفت. نکته‌ی قابل توجه تخریب چوب در برابر عوامل مخرب طبیعی و

برای این منظور از دو گونه چوبی راش و نوئل که به طور رایج در صنعت مبلمان کاربرد دارد، استفاده شد. جهت ارزیابی خواص سطحی پوشش از آزمون‌های چسبندگی کششی، خراشی، رنگ‌سنجی، زبری سطح، تست آتش، نورسنجی و آزمون طیف‌سنجی مادون قرمز استفاده گردید. نتایج نشان داد که، ضخامت فیلم تشکیل شده در سطح چوب در حدود ۵۰ میکرون می‌باشد و استفاده از رنگدانه‌های فسفرسانس به صورت معنادار باعث افزایش مقاومت چسبندگی کششی پوشش گردید. به

نشان داد، به طور کلی پس از پوشش‌دهی نمونه-ها تیره‌تر، قرمزتر و زردتر از نمونه فاقد پوشش می‌باشد و نانو ذرات فسفرسانس تاثیر معناداری در شفافیت نمونه‌ها داشته است. بعلاوه نتایج تست آتش نشان داد، استفاده از نانو ذرات فسفرسانس باعث بهبود کاهش جرم نمونه‌ها پس از آزمون شعله گردید و اختلاف معناداری با نمونه فاقد پوشش داشته است. نتایج

آزمون نورسنجی نشان داد با افزایش میزان نانو ذرات در پوشش‌های نیتروسولوزی و پلی‌یورتان میزان شب‌تابی روند افزایشی داشته است. جمع-بندی کلی نتایج تمامی آزمون‌ها نشان می‌دهد حد بهینه استفاده از نانو ذرات فسفرسانس در پوشش‌ها به میزان ۲۰ درصد می‌باشد که قابل توصیه برای کاربردهای معین می‌باشد.

گاهشناسی درختی

(مسعود سراجیه دانشجوی دکتری گرایش حفاظت و اصلاح چوب – Masood.sarajieh@ut.ac.ir)

در بین بسیاری از علوم که به تعیین دما و آب و هوای اکنون و گذشته می‌پردازند، گاهشناسی درختی (Dendrochronology) یکی از آنها است. چون متغیرهای بسیاری بر رشد درختان تاثیر گذار هستند می‌توان از آنها در تعیین آب و هوای گذشته استفاده کرد، برای مثال روزهای آفتابی، میزان بارش، دمای هوا، رطوبت هوا و میزان کربن دی اکسید موجود در هوا از درختان

استخراج می‌شوند تا به شرایط جوی دوران قدیم دست پیدا کنیم و با استفاده از الگویی که به دست می‌آید وضعیت آینده را پیش‌بینی کنیم تا از خسارات احتمالی تا حد امکان پیشگیری کنیم. استخراج نمونه با مته رویش‌سنج انجام می‌شود بدین‌گونه که دو نمونه از هر درخت گرفته شده و هرکدام شامل تمامی سال‌های رشد است که از پوست تا مغز را در بر می‌گیرد.



مته رویش‌سنج

در این مبحث از دیگر مواد طبیعی مانند سنگ، یخ و کهربا هم می‌توان استفاده کرد و هرکدام اطلاعات خاص خود را در اختیار ما می‌گذارند. در گاهشناسی درختی میزان رشد درخت در

هرسال، تعداد آوندها در حلقه بهاره و تابستانه، قطر آوندها و تراکم آنها در واحد سطح اندازه-گیری می‌شوند.



نمونه درخت بلوط (کلیک نوشهر) سال های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۸

