Archive of SID

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و سوم، شماره دوم، ۱۳۹۵
http://jwfst.gau.ac.ir

تخته نانوسلولز: مطالعه عملکرد پیش پرس سرد و خواص فیزیکی تخته

*صونا آزاد[۱]، حسین یوسفی[۲]، مهدی مشکور[۲] و ابوالقاسم خزاعیان[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]استادیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۳]دانشیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۸/۰٦؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۰/۱۵

چکیده

سابقه و هدف: نتایج تحقیقات گذشته نشان داده است که نانوساختارهای سلولزی خواص به مراتب بهتری نسبت به میکروساختارهای سلولزی در خواص فیزیکی و مکانیکی دارند. همه فیلم‌های خالص نانوسلولز ساخته شده ضخامت‌های کمتر از ۱۰۰ میکرومتر داشته‌اند منتهی در این مطالعه برای نخستین بار تخته نانو سلولز خالص باضخامت حدود سه میلی‌متر از نانوفیبرسلولز و بدون استفاده از رزین ساخته شده و خواص فیزیکی آن مورد بررسی قرار گرفت. عملکرد پیش‌پرس سرد ساخته شده برای این مطالعه نیز مورد ارزیابی واقع شد.

مواد و روش‌ها: برای انجام این مطالعه الیاف نانوسلولز موردنیاز از شرکت دانش بنیان نانونوین پلیمر خریداری شد. جهت پیش پرس ژل نانوسلولز و تولید نمد اولیه نانوسلولز، دستگاه پیش پرس دستی مخصوصی ساخته شد که اجزای اصلی آن سیلندر و پیستون پلی‌اتیلنی می‌باشد در این پیش پرس در اثر فشار پیستون ژل متراکم شده و آب از منافذ توری با ابعاد مش ۳۰۰ که در سمت دیگر سیلندر تعبیه شده بود خارج گردید که نتیجه آن تولید نمد نانوسلولز بود. نمد تولید شده برای تولید تخته به درون آون خلاء منتقل شده و به‌مدت ٢٤ ساعت تحت دمای ۷۰ درجه قرار داده شد. تخته‌های تولید

*مسئول مکاتبه: sonaazad@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

شده برای انجام آزمون‌های جذب آب و واکشیدگی ضخامت با ابعاد ۲۰×۲۰×۲/۸ میلی‌متر برش داده شدند و طی یک دوره ۱۰ روزه رفتار آن‌ها در برابر جذب آب و واکشیدگی ضخامت مطالعه شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از مطالعه نحوه عملکرد دستگاه پیش پرس نشان داد که طی فرایند آبگیری با استفاده از این دستگاه مقدار ماده جامد ژل نانوسلولز از ٦ درصد به ٤٠ درصد و نیز دانسیته بر مبنای وزن خشک نمونه‌ها از ۰/۰٦ برای ژل به ۰/٥٤ گرم بر سانتی‌متر مکعب برای نمد نانوسلولز با ضخامت ۵/۵ میلی‌متر افزایش یافت. در اثر خشک‌کنی در آون خلاء، ضخامت تخته به ۲/۸ میلی‌متر کاهش یافته و دانسیته به ۱/۳۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب رسید. نتایج مطالعه رفتار جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته نانو سلولز تا ۲٤۰ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داد که طی افزایش زمان غوطه‌وری جذب آب و واکشیدگی ضخامت طی ۲٤ ساعت اولیه روند تصاعدی داشته و به‌ترتیب به ٥۲ و ٤٤ درصد رسیدند منتهی بعد از ۲٤ ساعت روند افزایشی جذب آب و واکشیدگی ضخامت کند شده و تقریباً ثابت ماندند.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از استفاده از دستگاه پیش پرس بسیار مطلوب بود به گونه‌ای که فرایند آبگیری از ژل نانوسلولز بدون مشکل انجام شد و نمد نانوسلولز با ضخامت مطلوب تولید شد. با توجه به قابلیت جذب آب فراوان الیاف نانوسلولز، داده‌های جذب آب و واکشیدگی ضخامت نمونه‌های تخته، ابتدا تا ۲٤ ساعت روند تصاعدی داشته اما در زمان‌های بیشتر تغییرات معنی‌داری در داده‌ها مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: تخته نانوالیاف سلولز، پیش‌پرس، جذب آب، واکشیدگی ضخامت

مقدمه

سلولز هموپلیمری با وزن مولکولی بالاست که از واحدهای D- انیدرو گلوکو پیرانوز با پیوندهای گلیکوزیدی[1] $\beta(1-4)$ تشکیل شده است. این واحدهای گلولز با زاویه ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به یکدیگر درون زنجیره سلولزی چرخش دارند. هر واحد گلوکز سه گروه هیدروکسیل (OH) فعال دارد که در موقعیت‌های (C_6, C_3, C_2) قرار گرفته‌اند. زمانی‌که این گروه‌ها با مولکول‌های سلولز برهم‌کنش

1- Glycoside band

www.SID.ir

Archive of SID

دارند تشکیل پیوندهای هیدروژنی درون‌مولکولی و بین‌مولکولی می‌دهند. با آرایش این پیوندها عمدتاً پیوندهای درون‌مولکولی مولکول‌های سلولز یک شبکه محکم تشکیل می‌دهند که ساختار فشرده سلولز را موجب می‌گردند. در یک تقسیم‌بندی کلی، این ساختار دارای دو بخش منظم (کریستالی[1]) و نامنظم (آمورف[2]) است (۳-۱). سلولز به دلیل دارا بودن خواص جالبی نظیر اثر تقویت‌کنندگی، فراوانی و زیست‌تخریب‌پذیری موردتوجه محققان واقع شده است (۹-٤).

سلولز حاوی دستجات رشته‌رشته مانندی به نام نانو کریستال سلولز است که قطر ۳ تا ۳۰ نانومتر و طول تا چند میکرومتر دارند (۱۰). لذا، این کریستال‌ها جزو نانو فیبرها دسته‌بندی می‌شوند. این نانوفیبرها دارای خصوصیات جالبی همچون تجدیدپذیری، قیمت پایین، سطح ویژه بالا و مقاومت ویژه بالا می‌باشند به‌طوری که مدول کششی آن حدود ۱٥۰GPa است که بیشتر از مقدار متوسط مدول کششی کولار (۱۳۰ GPa) و آلومینیوم (۷۰ GPa) می‌باشد (۱٤-۱۲؛ ۱۰). لذا در سال‌های اخیر از آن به‌عنوان یک پرکننده و تقویت‌کننده زیست‌تخریب‌پذیر برای پلیمرهای ترموست و ترموپلاست در ساخت نانوکامپوزیت‌ها استفاده می‌شود. یکی از محصولاتی که به‌دفعات زیادی در مطالعات گذشته ساخته شده و مورد ارزیابی قرار گرفته فیلم‌های خالص نانوسلولزی (نانوکاغذ) است. این فیلم‌ها که حداکثر ضخامت آن‌ها تا ۱۰۰ میکرومتر گزارش شده خواص به‌مراتب بهتری نسبت به فیلم‌های خالص میکروسلولزی (مانند کاغذ معمولی) دارند. افرا و همکاران (۲۰۱۳)، تأثیر فیبریله کردن مکانیکی الیاف و الیاف نانو فیبریله شده سلولز بر خواص کاغذ ساخته شده از خمیر باگاس و چوب سوزنی‌برگ را مورد بررسی قرار دادند. نتیجه حاصله به‌این صورت بود که الیاف نانو فیبریله شده سلولزی اثرات قابل توجهی بر روی دانسیته کاغذ، مقاومت به پارگی، مقاومت کششی و زمان آبگیری داشت به‌گونه‌ای که کاغذ ساخته‌شده با الیاف نانو فیبریله شده سلولزی دانسیته بالا، مقاومت کششی بالا و مقاومت به پارگی کمتری نسبت به نوع ساخته شده از الیاف تهیه شده به روش مکانیکی داشت و هر دو نوع کاغذ ساخته شده زمان آبگیری بالایی داشتند (۱۱). یوسفی و همکاران (۲۰۱۱)، کامپوزیت و نانوکامپوزیت‌های ساخته شده از میکرو فیبرهای سلولزی و نانو فیبرهای سلولزی تهیه شده از کاه کلزا با استفاده از روش انحلال جزیی را مورد مطالعه قرار دادند و نتایج مطالعه حاکی از آن بود که مقاومت کششی فیلم نانو الیاف ۱۱ برابر فیلم میکرو بود (۹).

1- Crystalline
2- Amorphous

www.SID.ir

Archive of SID

علی‌رغم این‌که از نانوفیبرسلولز در ساخت نانوکامپوزیت مطالعه‌های متعددی صورت گرفته اما در خصوص استفاده از نانوفیبرهای سلولزی در تولید تخته‌های خالص نانوسلولزی با ضخامت‌های میلی‌متری تاکنون مطالعه‌ای صورت نگرفته، لذا ایده ساخت تخته نانوسلولز با ضخامت‌های بالا مطرح شد. ساختار شبکه‌ای ویژه نانو سلولز سبب شده که به‌عنوان یک ماده سوپر جاذب آب مطرح شود. برای مثال نانوسلولز مورد استفاده در این مطالعه توانایی جذب آب به مقدار بیش از ۹۰ برابر وزن خود را دارا بود. وجود این مقدار زیاد آب و ریزی این ذرات امکان خروج از درزها و حتی منافذ پیش پرس‌های متداول در ساخت تخته فیبر به روش تر را موجب می‌شود لذا پیش پرس‌های معمول کارایی لازم برای تهیه نمد نانوسلولز را نداشتند. جهت رفع این مشکل، دستگاه پیش پرسی از جنس پلی اتیلن و با طرح پیستون و سیلندر در این پژوهش ساخته شد.

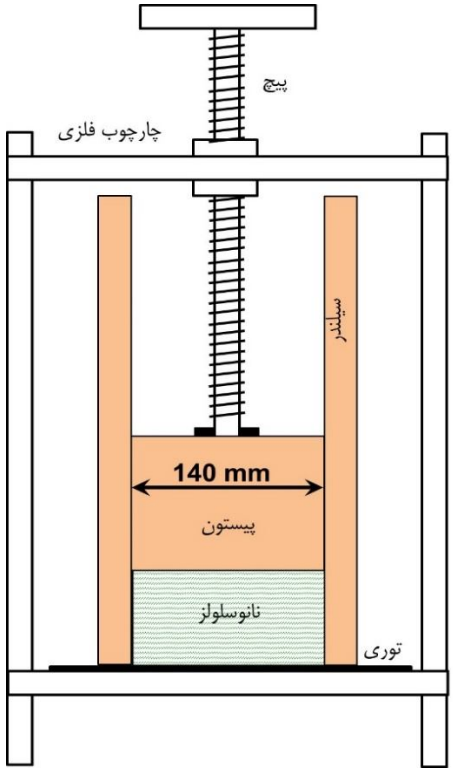
هدف از انجام این تحقیق، بررسی کارایی پیش پرس در تولید تخته نانوسلولز و ارزیابی خواص فیزیکی تخته ساخته شده شامل آزمون‌های جذب آب و واکشیدگی ضخامت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نانوفیبر سلولز از شرکت دانش بنیان نانو نوین پلیمر به‌صورت ژل با غلظت ٦ درصد تهیه گردید. از آن‌جایی که ژل نانوسلولز سوپر جاذب است و از طرفی فرایند تولید تخته نانوسلولز نیز شبیه فرایند تولید تخته فیبر با دانسیته بالا به روش تر می‌باشد لذا نیاز به یک سیستم آبگیری از ژل نانوسلولز بود که جهت برآورده کردن این نیاز اقدام به ساخت دستگاه پیش پرس ژل نانوسلولز و تولید نمد نانوسلولز شد که طرح آن در شکل ۱ مشاهده می‌شود. در این سیستم از یک پیستون و سیلندر از جنس پلی‌اتیلن استفاد گردید به‌وسیله این پرس ژل تحت فشار قرار داده و آب از طریق توری با مش ۳۰۰ که در قسمت زیرین سیلندر تعبیه شده بود، خارج و بدین وسیله ژل تغلیظ گردید. نتیجه پیش پرس، تولید نمد نانوسلولز بود که این نمد نیز برای خشک شدن در درون آون خلاء با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت قرار داده شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- طرح شماتیک دستگاه پیش‌پرس سرد.

Figure 1. Schematic of the cold pre-pressing apparatus.

آزمون‌ها: برای تهیه ریزنگاره‌های میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) چند قطره سوسپانسیون نانوسلولز روی سطح سیلیکون ریخته شده و در آون خشک شد و عکس برداری با میکروسکوپ نیروی اتمی مدل SII Nano Navi E-Sweep شرکت Seiko ژاپن و در مد غیرتماسی گرفته شد. پراب سیلیکونی دستگاه دارای ضریب ثابت فنر ۱۸ نیوتن بر متر بود.

جهت تعیین عملکرد پیش‌پرس دستی ساخته شده، درصد غلظت ماده جامد و وزن و دانسیته ژل نانوسلولز و نیز قطر و ضخامت نمد و تخته نانوسلولز ساخته شده مورد مطالعه قرار گرفت.

برای انجام آزمون جذب آب و واکشیدگی ضخامت، از نمونه‌هایی به ابعاد ۲۰×۲۰×۲/۸ میلی‌متر استفاده گردید. اندازه‌گیری وزن نمونه‌ها قبل از غوطه‌وری آن‌ها در آب به‌وسیله ترازو با دقت یک هزارم گرم صورت گرفت. سپس نمونه‌ها به حالت افقی در آب با دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد و عمق ۲

www.SID.ir

Archive of SID

سانتی‌متر از سطح آب قرار گرفتند. نمونه‌ها پس از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب، خارج و وزن و ضخامت آن‌ها اندازه‌گیری شد در ادامه اندازه‌گیری‌ها به‌مدت ۱۰ روز هر ۲٤ ساعت یکبار ادامه یافت. میزان جذب آب نمونه‌ها با استفاده از رابطه مربوط محاسبه گردید.

$$W_a=(W_h-W_0)/W_0 *100 \quad (۱)$$

W_a= جذب آب (درصد)

W_0= وزن اولیه (میلی‌متر)

W_h= وزن بعد از غوطه‌وری

لازم به یادآوری است که برای اندازه‌گیری ضخامت نمونه‌ها بر روی دو سطح هر نمونه قطر آن‌ها رسم و محل برخورد آن‌ها به‌عنوان یکی از نقاط اندازه‌گیری علامت‌گذاری شده و چهار نقطه دیگر بر روی قطر نمونه علامت‌گذاری شد و در مجموع ۵ نقطه برای هر نمونه به‌وسیله میکرومتر (ریزسنج) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

$$T_S=(T_h-T_0)/T_0 *100 \quad (۲)$$

T_0= ضخامت اولیه (میلی‌متر)

T_h= ضخامت بعد از غوطه‌وری (میلی‌متر)

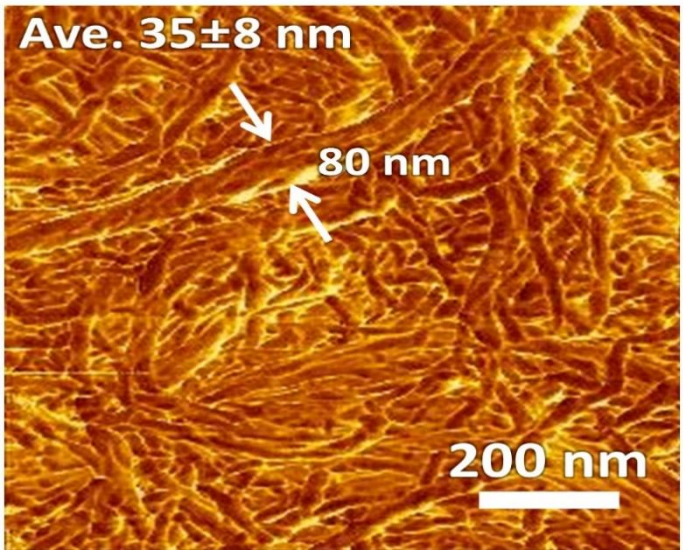
T_S= واکشیدگی ضخامت (درصد)

نتایج و بحث

شکل ۲ ریزنگاره میکروسگوپ AFM را از نانوفیبر سلولز نشان می‌دهد. اندازه‌گیری‌های انجام شده نشان داد که متوسط قطری نانوسلولز تهیه شده ۸±۳۵ نانومتر می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- ریزنگاره میکروسکوپ AFM از الیاف نانوسلولز.

Figure 2. AFM micrograph of cellulose nanofibers.

جدول ۱ و شکل ۳ روند تغییرات فیزیکی در فرآیند تولید تخته نانوسلولز و عملکرد دستگاه پیش پرس و آون خلاء را نشان می‌دهد. عملکرد دستگاه پیش پرس از این بابت حائز اهمیت است که ژل نانوسلولز ماده‌ای سوپر جاذب بوده و آب را به‌راحتی از دست نمی‌دهد. به‌علاوه از پیش پرس‌های مورد استفاده در ساخت تخته فیبر HDF یا MDF با روش تر نمی‌توان برای تهیه نمد از این ژل استفاده کرد، چرا که ریزساختارهای فراوان موجود در ژل از منافذ و درزهای پیش پرس عبور کرده و لذا عملاً پیش پرس و تغلیظی اتفاق نمی‌افتد. اما در این مطالعه با توجه به این‌که سیلندر و پیستون پلی‌اتیلنی به‌طور دقیق تراشکاری شده و نیز به‌دلیل ساختار دایره‌ایی بودن آن‌ها کاملاً آب‌بندی شده لذا امکان فرار و خروج ژل نانوسلولز از درزها در حین پرس دستی گرفته شد. ژل نانوسلولز که دارای درصد مقدار ماده جامد ٦ درصد بود در اثر پیش‌پرس به مقدار ماده جامد حدود ٤٠ درصد رسید. این افزایش شدید در غلظت نشان می‌دهد که پیش پرس ساخته‌شده کارایی لازم را جهت تغلیظ ژل نانوسلولز دارد.

در اثر خشک شدن نمدهای به‌دست آمده از پیش پرس در آون خلا، مقدار ماده جامد به بیش از ۹۹ درصد رسید که این امر نشان‌دهنده تولید تخته کاملاً خشک می‌باشد. همچنین بررسی‌ها نشان داد

www.SID.ir

Archive of SID

که در طی فرآیند تولید تخته نانوسلولز، ضخامت و وزن ژل نانوسلولز نیز به تدریج کم شده و دانسیته آن‌ها (دانسیته بر مبنای وزن خشک نانوسلولز) به‌تدریج افزایش یافته به‌طوری که میزان آن بعد از پیش پرس به ۰/۵٤ و در آون خلا به مقدار ۱/۳۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب رسید. قطر تخته نانوسلولز هم بعد از پیش پرس نسبت به قطر سیلندر تغییری نداشته ولی بعد از خشک شدن در آون خلا در اثر تنش‌های داخلی دچار همکشیدگی شده و مقدار آن به میزان ۱۲/۵ سانتی‌متر کاهش یافت.

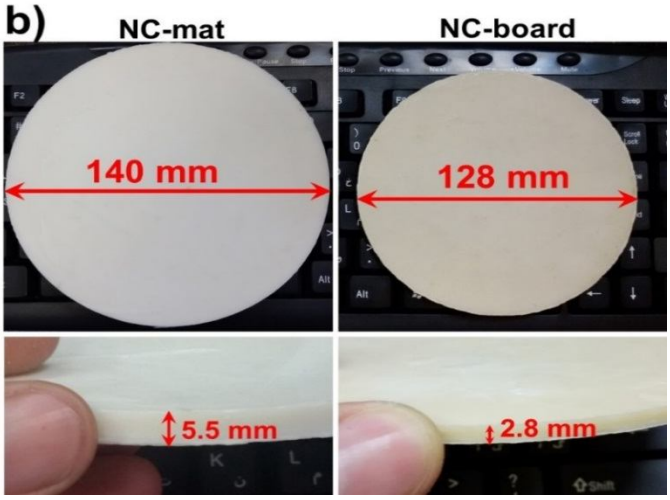
جدول ۱- اثر عملکرد پیش پرس و آون خلا بر خواص فیزیکی ژل، نمد و تخته.

Table 1. Effect of pre-pressing and vacuum oven on some of the physical properties of nanocellulose gel, mat and board.

	ماده جامد (درصد) Concentration(%)	وزن (gr) Weight(gr)	ضخامت (mm) Thickness(mm)	دانسیته (gr/cm^3) Density(gr/cm^3)	قطر (mm) Diameter(mm)
ژل Gel	6	770	50*	0.06**	140
نمد Mat	40	101	5.52	0.54**	140
تخته Board	≥99	46.5	2.8	1.35**	125

* این عدد ضخامت ژلی است که در سیلندر پیش‌پرس قرار گرفت.

** دانسیته نمونه بدون در نظر گرفتن حضور آب (دانسیته بر مبنای وزن خشک نانوسلولز)



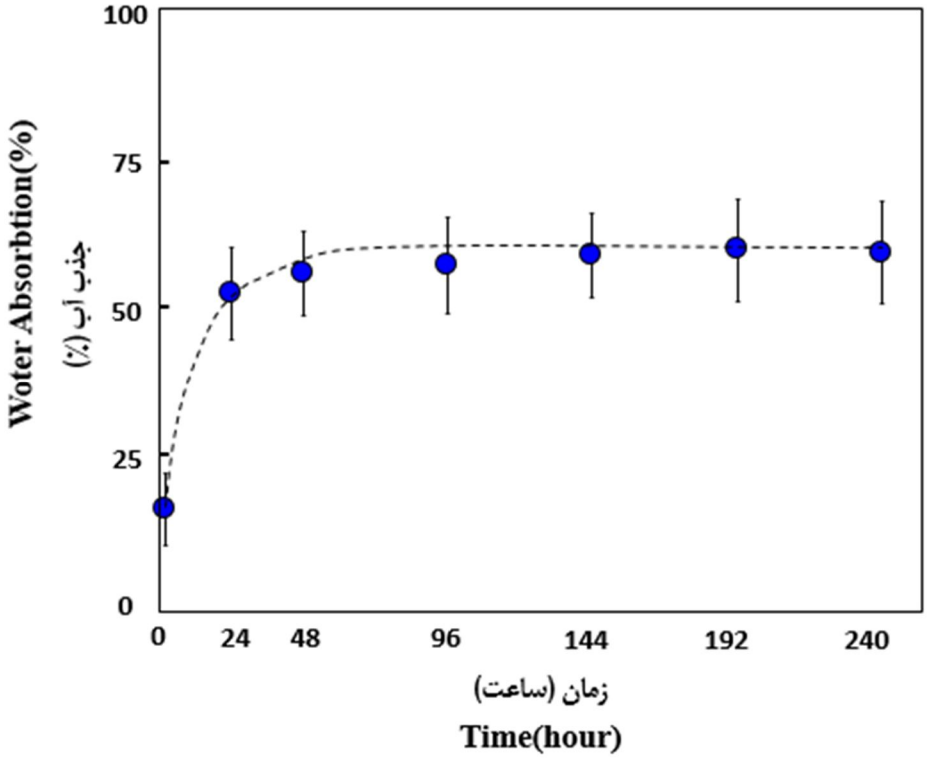
شکل ۳- ابعاد نمد و تخته نانوالیاف سلولز.

Figure 3. The dimension of nanocellulose mat and board.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ٤ روند تغییرات جذب آب تخته نانوسلولز در طی زمان‌های مختلف غوطه‌وری از ۲ تا ۲٤۰ ساعت را نشان می‌دهد. در اثر غوطه‌وری در آب تخته نانوسلولز طی ۲ و ۲٤ ساعت اولیه به‌تدریج به مقدار جذب آب ١٦ و ٥٢ درصد رسید و بعد از ۲٤ ساعت تغییرات معنی‌داری در وزن نمونه‌های تخته مشاهده نشد.



شکل ٤- جذب آب تخته نانوفیبر سلولز.

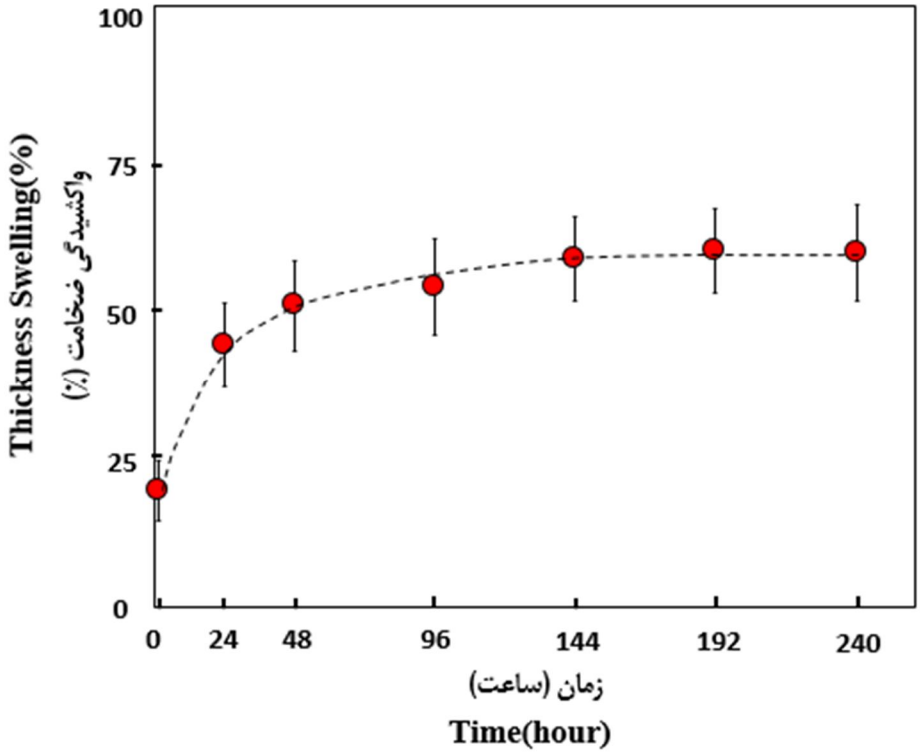
Figure 4. Water absorption of nanocellulose board.

شکل ٥ روند تغییرات واکشیدگی ضخامت در طی زمان‌های مختلف غوطه‌وری از ۲ تا ۲٤۰ ساعت را نشان می‌دهد. واکشیدگی ضخامت تخته‌ها نیز با افزایش زمان غوطه‌وری طی ۲، ۲٤ و ٤٨ ساعت اولیه شتاب زیادی داشته که به‌ترتیب به ۱۹ درصد، ٤٤ درصد و ٥۰ درصد رسید و بعد از آن تغییرات زیادی در واکشیدگی اتفاق نیافتاد. مقدار واکشیدگی ضخامت برای HDF ساخته شده با روش مرطوب در استاندارد ۲-٧٤١٦ ملی ایران ۳٥ درصد ذکر شده است. با عنایت به این‌که تخته

www.SID.ir

Archive of SID

نانوسلولز از نانوساختارها با سطح ویژه بالا (بیشتر از ۱۰۰ مترمربع در گرم) تشکیل شده لذا جذب آب و واکشیدگی نسبتاً بیشتر آن نسبت به حد مجاز استانداردهای HDF قابل توجیه می‌باشد. به‌علاوه تخته نانوسلولز به‌طور خالص از سلولز تشکیل شده که مقدار آبدوستی آن در مقایسه با تخته HDF که حاوی لیگنین هم است بیشتر می‌باشد. دلیل دیگری که کمتر بودن میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت در HDF را نسبت به تخته نانوسلولز توجیه می‌کند، استفاده از چسب در ساختار آن است.



شکل ۵- واکشیدگی ضخامت تخته نانوفیبر سلولز.

Figure 5. Thickness swelling of nanocellulose board.

نتیجه‌گیری

تخته نانوسلولز به‌طور موفق با در این مطالعه ساخته شد. با عنایت به سوپرجاذب بودن و ریز بودن نانوساختارها از پیش پرس مخصوصی جهت تولید نمد نانوسلولز استفاده شد که نتایج نشان داد این

www.SID.ir

Archive of SID

پیش پرس عملکرد کاملاً موفقی داشته است. در اثر خشک کنی در آون خلا، ضخامت و قطر تخته نانوسلولز دچار همکشیدگی شده و به‌ترتیب ٤٩ و ١١ درصد کاهش در ابعاد نسبت به ضخامت و قطر نمد نشان دادند. آزمون‌های جذب آب و واکشیدگی ضخامت هم نشان داد تخته نانوسلولز به‌دلیل دارا بودن نانوساختارهای سلولزی با سطح ویژه بسیار بالا و سوپرجاذب، دارای جذب آب و واکشیدگی ضخامت به‌ترتیب ٥٢ و ٤٤ درصد هستند.

منابع

1. Fischer, S., Thummler, K., Volkert, B., Hettrich, K., Schmidt, I., and Fischer, K. 2008. Properties and applications of cellulose acetate.Macromol.Symp. 262: 89-96.
2. Gehmayr, V., and Sixta, H. 2011. Dissolving pulps from enzyme treated kraft pulps for viscose application.
3. Li, R., Zhang, L., and Xu, M. 2011. Novel regenerated cellulose films prepared by coagulating with water: structure and properties, carbohydrate polymers. 87: 95-100.
4. Afra, E. 2005. Paper Properties, an Introduction. Aeizh Press, Tehran, Iran, 338p. (In Persian)
5. Abe, K., Iwamoto, S., and Yano, H. 2007. Obtaining cellulose nanofibers with a uniform width of 15nm from wood. Biomacromolecules 8: 3276–3278.
6. Nogi, M., Iwamoto, S., Nakagaito, N.A. and Yano, H. 2009. Optically transparent nanofiber paper. Adv. Mater. 21: 1595–1598.
7. Yousefi, H., and Mashkour, M. 2006. Making huge opportunities in lignocellulosic industry using tiny technology of nano. National Conference of The Roadmap of Supplying Raw Materials and Development of Iran's Wood and Paper Industries. Gorgan, Iran.
8. Yousefi, H., Ebrahimi, G., Mashkour, M., and Nishino, T., September. 8-10, 2010. Cellulose nanofiber (CNF) for nanocomposites production: Opportunities and challenges. The Sixth International Workshop on Green Composites. Gumi, Korea.
9. Yousefi, H., Faezipour, M., Nishino, T., Shakeri, A., and Ebrahimi, G. 2011. All-cellulose composite and nanocomposite made from partially dissolved micro and nano fibers of canola straw. Polym. J. 43: 6,559-564.
10. Beecher, J.F. 2007. Organic materials: Wood, trees and nanotechnology. Nature nanotechnology, 2(8), Pp: 466-467.
11. Afra, E., Yousefi, H., Hadilam, M.M., and Nishino, T. 2013. Comparative effect of mechanical beating and nanofibrillation of cellulose on paper

www.SID.ir

Archive of SID

properties made from bagasse and softwood pulps. Carbohydrate polymers, 97(2): 725-730.
12. Wegner, T. 2007. Nanotechnology for the Forest Products Industry. In 2007 International Conference on Nanotechnology for the Forest Products Industry. 13-15 June 2007. Knoxville, Tennessee, USA
13. Tashiro, K., and Kobayashi, M., Theoretical evaluation of three-dimensional elastic constants of native and regenerated celluloses: role of hydrogen bonds. Polymer 1991; 32(8): 1516–26.
14. Delmer, D.P. 1983. Cellulose biosynthesis. Annual review of plant physiology, 38(1): 259-290.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (2), 2016
http://jwfst.gau.ac.ir

Nanocellulose board: Study on the performance of cold pre-pressing and physical properties of the board

***S. Azad[1], H. Yousefi[2], M. Mashkour[2] and A. Khazaeian[3]**
[1]M.Sc. Student, Dept., of Wood Engineering and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Dept., of Wood Engineering and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Associate Prof., Dept., of Wood Engineering and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 07/28/2015 ; Accepted: 01/05/2016

Abstract
Background and Objective: According to the literature, cellulose nanostructures possess much better properties compared to cellulose microstructures. One of promising products previously made from cellulose nanostructures is nanocellulose sheet or nanopaper. All fabricated nanocellulose sheets had thickness below 100 μm, but in this study, nanocellulose board was made purely from cellulose nanofibers, for the first time. Then, the physical properties of specimens including dimensional and density changes during fabrication process and long-term water absorption and thickness swelling behaviour were investigated. The performance of pre-pressing system was also investigated.
Materials and Methods: Cellulose nanofibers or nanocellulose (NC) were provided from Nano Novin polymer Co. (Iran). The NC-board has been produced through a wet process without using resin. To make NC-mat, a special pre-pressing apparatus was designed and fabricated containing piston and cylinder made of polyethylene as main components. Piston made pressure on the NC gel in the cylinder and the water inside the gel went out through a screen with mesh size of 300, resulted in NC-mat. During vacuum oven drying at 70 °C for 24 h, NC-board was produced. The board was cut to proper sizes (2.8 ×20 ×20 mm) for long-term water absorption and thickness swelling tests.
Results: The results of using pre-pressing system showed that the gel concentration increased from 6 wt% to 40 wt% and mat thickness and density reached 5.5 mm and 0.54 g/cm^3 (based on dry weight of NC), respectively. After drying in vacuum oven, the thickness and density of the board obtained 2.8 mm

*Corresponding author: sonaazad@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

and 1.35 g/cm^3, respectively. The results of water absorption and thickness swelling during 240 hours demonstrated that these properties rapidly increased to 52% and 44% respectively over 24 hours immersion in water and then did not show significant changes over immersion time longer than 24 hours.

Conclusions: The performance of pre-pressing system was quite suitable to make nanocellulose mat with desirable properties. Since cellulose nanofibers are super absorbent material with high specific surface area, the values of water absorption and thickness swelling increased during the first 24 hours and then the values were not changed significantly over immersion time longer than 24 hours.

www.SID.ir