



Woodiconf-23

بررسی خواص فیزیکی چوب نراد اشباع شده با ترکیب سدیم سیلیکات و پلی آکریلات

مرضیه حاجی علیان^{۱*}، بهبود محبی^۱

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، ایران

۱- دانشیار، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، ایران

* نویسنده مسئول: marziyeh.hajaliyan@gmail.com

چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی تهیه نوعی فرآورده‌ی چوبی از گونه نراد (*Abies sp.*) با قابلیت کاربرد آن در شرایط بیرونی با ترکیب سدیم سیلیکات و پلی آکریلات می‌باشد. همچنین تأثیر پلی آکریلات بر کاهش کاهش جذب آب چوب تیمار شده با سدیم سیلیکات مورد توجه قرار گرفت. برای این منظور، پس از آماده سازی نمونه‌ها، اشباع آن‌ها درون دستگاه سیلندر در دو گروه تیمار تکی و ترکیبی با خلأ ۰/۵ بار و فشار ۶ بار صورت گرفت. یافته‌های این بررسی نشان دادند که تیمارهای ترکیبی درصد افزایش وزن بالاتری را در مقایسه با تیمارهای تکی داشته‌اند. تیمارهای ترکیبی در مقایسه با تیمار تکی سدیم سیلیکات، جذب آب و واکنشیدگی حجمی کمتری را از خود نشان داده‌اند. همچنین این تیمارها ثبات ابعاد بالاتری را در مقایسه با تیمارهای تکی به خود اختصاص داده‌اند. از بین تیمارهای ترکیبی، تیمار S60- Pa50 - (1:2) به دلیل بالاتر بودن غلظت پلی آکریلات، به نحو مؤثرتری توانسته خواص فیزیکی نمونه‌ها را تقویت نماید و تأثیر بسزایی را در بهبود ثبات ابعاد سدیم سیلیکات در زمان غوطه‌وری از خود نشان دهد.

واژه‌های کلیدی: اشباع، پلی آکریلات، خواص فیزیکی، سدیم سیلیکات، گونه نراد

مقدمه

توسعه پایدار از جمله مفاهیم جدیدی است که در صنایع مختلف از جمله صنایع مرتبط با جنگل مطرح می‌گردد. در همین راستا، امروزه حفاظت از منابع طبیعی و تجدید پذیر، حفظ محیط زیست و کاهش بهره برداری از جنگل‌ها به شدت مورد توجه قرار گرفته است (Hill, 2006). چوب یک منبع طبیعی و تجدیدپذیر است که به دلیل داشتن خواص منحصر به فردی از زمان پیدایش بشر همواره به عنوان یک ماده مهم مورد استفاده قرار گرفته است (Xu et al, 2020). امروزه با افزایش تقاضای فرآورده‌های چوبی، افزایش جمعیت و همچنین افزایش تنوع کاربرد اینگونه فرآورده‌ها علاوه بر آن گسترش روز افزون نگرانی‌های زیست محیطی ناشی از محدود بودن منابع جنگلی، نیاز به حفظ و صیانت از آن با توجه به کمبود مواد اولیه چوبی برای تأمین نیاز



صنایع چوب در کشور ضروری گردیده است (Mohebbi, 2003). این امر سبب توجه تولیدکنندگان به پتانسیل افزایش دوام فرآورده های چوبی در زمان سرویس و استفاده شده است. از طرفی چوب یک ماده آب دوست و نم پذیر است که به راحتی می تواند آب را جذب نماید که این امر موجب کاهش کیفیت چوب و همچنین افت ارزش اقتصادی و کاربردی آن در صنایع شده است (Xu et al, 2020). برای رفع این مشکل، دانشمندان از زمان های گذشته، به دنبال روش هایی برای افزایش دوام چوب بودند (Li et al, 2019). به طوری که در سال های اخیر از مواد و روش های گوناگونی برای حفاظت چوب استفاده شده است. در این راستا، در اوایل قرن بیستم از مواد حفاظتی سمی بر پایه کروم، مس و آرسنیک مانند (CCA) برای حفاظت چوب استفاده می کردند که به دلیل آلودگی این مواد از درون چوب و به دنبال آن نگرانی هایی ناشی از تخریب محیط زیست کنار گذاشته شده اند (Hill, 2006). از این رو با توجه به نگرانی های زیست محیطی، پژوهشگران به دنبال کشف و استفاده از روش ها و مواد دیگری برای بهبود خواص چوب بودند (Li et al, 2019). در این راستا، اصلاح چوب به عنوان دانشی برای بهبود ویژگی ها و خواص نامطلوب چوب مطرح شد (Liu et al, 2020). از جمله روش هایی که در زمینه اصلاح چوب به کار گرفته می شوند؛ تیمارهای حرارتی، سطحی، شیمیایی، مکانیکی و اشباع می باشند (Sandberg et al, 2017). در این راستا، اصلاح به روش اشباع^۱ یکی از روش هایی است که در آن دیواره و حفره ی سلولی چوب به وسیله انواع مواد اشباع شده و منجر به تولید فرآورده ی جدید می گردد (Hill, 2006). از بین مواد شیمیایی اصلاح کننده، می توان به انواع رزین ها و مواد معدنی اشاره کرد. رزین پلی آکریلات^۲، به عنوان یکی از مواد مؤثر با خاصیت مقاوم به جذب رطوبت است که می تواند تا حدودی جذب آب فرآورده ی چوبی را کاهش دهد (Reinprecht, 2004 & Tiralova). این ماده جزء رزین های ترموپلاستیک با شفافیت بالا است که از مونومر استرهای متا آکریلیک و آکریلیک اسید ساخته می شود. مونومرهای آکریلات از استرهایی که شامل گروه وینیلی می باشند تشکیل شده اند، به عبارت دیگر این مونومرها از دو اتم کربن که با پیوندهای دوگانه به یکدیگر متصل هستند و مستقیماً به کربن گروه کربونیل وصل شده اند، تشکیل می شوند (Cocca et al, 2004). رزین پلی آکریلات عمدتاً در صنایع مختلفی از جمله صنایع چوب و کاغذ، چسب سازی و صنعت پوشش کاربرد دارد (Bao et al, 2015). ماده ی دیگری که برای اشباع چوب استفاده می شود؛ سدیم سیلیکات می باشد. سدیم سیلیکات از جمله ترکیب معدنی است که برای افزایش دوام چوب های تیمار شده در برابر آتش و پوسیدگی قارچی استفاده می شود (Li et al, 2019). با این حال، آلودگی راحت سدیم سیلیکات از نمونه های تیمار شده منجر به محدودیت کاربرد چوب تیمار شده در شرایط بیرونی می گردد (Xu et al, 2020). با توجه به خاصیت کندسوزکنندگی بسیار قوی سدیم سیلیکات و در عین حال آلودگی راحت آن در تماس با رطوبت، از طرفی مقاوم به جذب آب بودن پلی آکریلات، می توان چنین گفت که هدف از این تحقیق معرفی یک شیوه ی جدید با اندیشه تثبیت و کاهش آلودگی سدیم سیلیکات توسط رزین پلی آکریلات در دیواره سلولی و هم چنین بهبود خواص فیزیکی چوب نراد مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

در این پژوهش از گونه درخت نراد که راست تار و فاقد هرگونه گره و معایبی بودند، استفاده شد. هم چنین به منظور اشباع نمونه ها، از شرکت آبنیل شیمی واقع در شهر اصفهان رزین پلی آکریلات و سدیم سیلیکات نیز از شرکتی واقع در تهران تهیه گردید.

تهیه نمونه های چوبی

¹ Impregnation

² Resin polyacrylate



نمونه های چوبی مطابق با استاندارد مورد نظر هر آزمون، به ابعاد مورد نیاز برش داده و تهیه شدند. در مرحله ی بعد نمونه ها در آون با دمای 103 ± 2 درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. سپس وزن نمونه های خشک شده (m_0) و ابعاد خشک آن ها (V_0) اندازه گیری شدند.

شرح تیمارها و تهیه محلول های اشباع

در این پژوهش از دو گروه تیمار تکی و ترکیبی برای اشباع نمونه ها استفاده شد. اشباع نمونه ها با استفاده از دستگاه سیلندر انجام شد. به طوری که نمونه ها به مدت ۳۰ دقیقه در معرض خلأ $0/5$ بار قرار گرفتند. بعد از اعمال خلأ، نمونه ها به همراه محلول اشباع به مدت ۳ ساعت تحت فشار ۶ بار قرار گرفتند. در ادامه نمونه ها در آون با دمای 103 ± 2 درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. پس از خشک شدن نمونه های اشباع شده، وزن (m_1) و ابعاد (V_1) خشک آن ها اندازه گیری شدند.

ویژگی های فیزیکی

درصد افزایش وزن نمونه های اشباع شده (WPG) بر مبنای وزن خشک نمونه های چوبی به ابعاد $20 \times 20 \times 20$ میلی متر (مماسی \times شعاعی \times طولی) و با تعداد ۱۰ تکرار با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$WPG(\%) = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100 \quad \text{رابطه ۱}$$

که در آن:

WPG: افزایش وزن نمونه ها (%)

m_1 : وزن خشک نمونه پس از تیمار (g)

m_0 : وزن خشک نمونه قبل از تیمار (g)

برای انجام آزمون جذب آب (WA%) و واکشیدگی حجمی (S%)، ابتدا نمونه های تیمار شده مطابق با استاندارد ۱۳۰۶۱-ISO با تعداد ۱۰ تکرار به ابعاد $20 \times 20 \times 20$ میلی متر (مماسی \times شعاعی \times طولی) تهیه شدند. نمونه های تیمار شده به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای 103 ± 2 درجه سانتی گراد خشک شدند. وزن و ابعاد خشک آن ها با استفاده از ترازوی دیجیتال و کولیس در ۳ راستای طولی، مماسی و شعاعی اندازه گیری شد و سپس نمونه ها در داخل آب مقطر غوطه ور شدند. در مرحله ی بعدی نمونه ها بعد از گذشت ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری از آب خارج شدند. وزن و ابعاد تر آن ها اندازه گیری شدند. در نهایت نیز میزان جذب آب و واکشیدگی حجمی با استفاده از رابطه های ۲ و ۳ محاسبه شدند.

$$WA(\%) = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \quad \text{رابطه ۲}$$

که در آن:

WA: جذب آب (%)

m_1 : وزن خشک نمونه ی تیمار شده پیش از غوطه وری (g)

m_2 : وزن تر نمونه پس از n ساعت غوطه وری (g)

$$S(\%) = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100 \quad \text{رابطه ۳}$$

که در آن:

S: واکشیدگی حجمی (%)

V_1 : حجم خشک نمونه پیش از غوطه وری در آب (cm^3)



V₂: حجم تر نمونه پس از غوطه‌وری در آب (cm³)

برای اندازه‌گیری کارایی ضد واکشیدگی یا ثبات ابعاد (ASE%) نمونه‌های تیمار شده، پس از محاسبه درصد واکشیدگی حجمی نمونه‌های تیمار شده و تیمار نشده (شاهد) بعد از گذشت زمان‌های ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، میزان کارایی ضد واکشیدگی یا ثبات ابعاد نمونه‌ها با استفاده از رابطه‌ی ۴ محاسبه گردید.

$$\text{ASE}(\%) = \frac{S_2 - S_1}{S_2} \times 100 \quad \text{رابطه ۴}$$

که در آن:

ASE: کارایی ضد واکشیدگی یا ثبات ابعاد (/.)

S₁: واکشیدگی حجمی نمونه‌ی تیمار شده در زمان t (/.)

S₂: واکشیدگی حجمی نمونه‌ی شاهد در زمان t (/.)

نتایج و بحث

درصد افزایش وزن

داده‌های به دست آمده از میانگین درصد افزایش وزن نمونه‌ها (WPG)، مربوط به تیمارهای مختلف در جدول ۱ ارائه شده‌اند. یافته‌ها نشان دادند که درصد افزایش وزن نمونه‌ها در تیمارهای مختلف پس از فرآیند اشباع افزایش یافت. به طوری که تیمارهای ترکیبی پلی‌آکریلات و سدیم سیلیکات توانسته‌اند درصد افزایش وزن بیشتری را نسبت به تیمارهای تکی فقط با پلی‌آکریلات و سدیم سیلیکات از خود نشان دهند.

جدول ۱. میانگین درصد افزایش وزن برای تیمارهای مختلف

شرح تیمار	درصد افزایش وزن (WPG)
Unt	-
S60	۲۲/۰۸ ± ۰/۸۱*
Pa50	۱۵/۸۶ ± ۰/۳۲
S60- Pa50 - (2:1)	۳۰/۱۶ ± ۰/۷۲
S60- Pa50 - (1:2)	۲۷/۹۳ ± ۰/۶۷

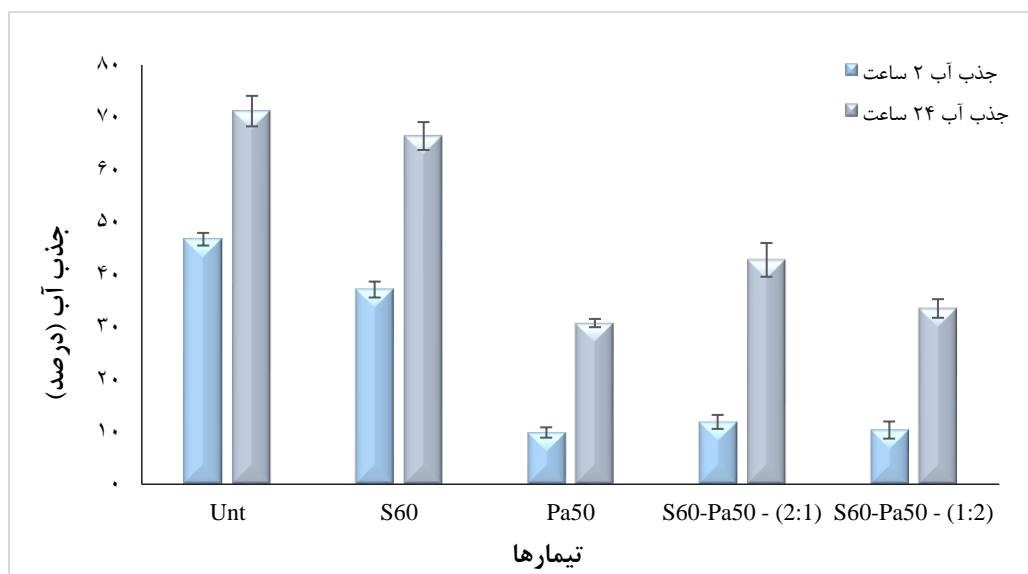
(*) نشان دهنده‌ی انحراف معیار

جذب آب

شکل ۱، میزان جذب آب نمونه‌های تیمار شده بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در درون آب را نشان می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهند که کم‌ترین میزان جذب آب در تیمار Pa50، سپس در تیمارهای ترکیبی S60- Pa50 - (1:2) و S60- Pa50 - (2:1) مشاهده شد. در واقع کارایی بهتر پلی‌آکریلات در کاهش جذب آب، ناشی از عدم تخریب و حفظ ساختار یکپارچه آن در زمان غوطه‌وری می‌باشد (Reinprecht, 2004 & Tiralova). میزان جذب آب در تیمارهای ترکیبی S60- Pa50 - (1:2) و S60- Pa50 - (2:1)، نسبت به تیمار S60 بسیار پایین‌تر می‌باشد. در واقع افزودن پلی‌آکریلات در تیمارهای ترکیبی تأثیر بسیار زیادی



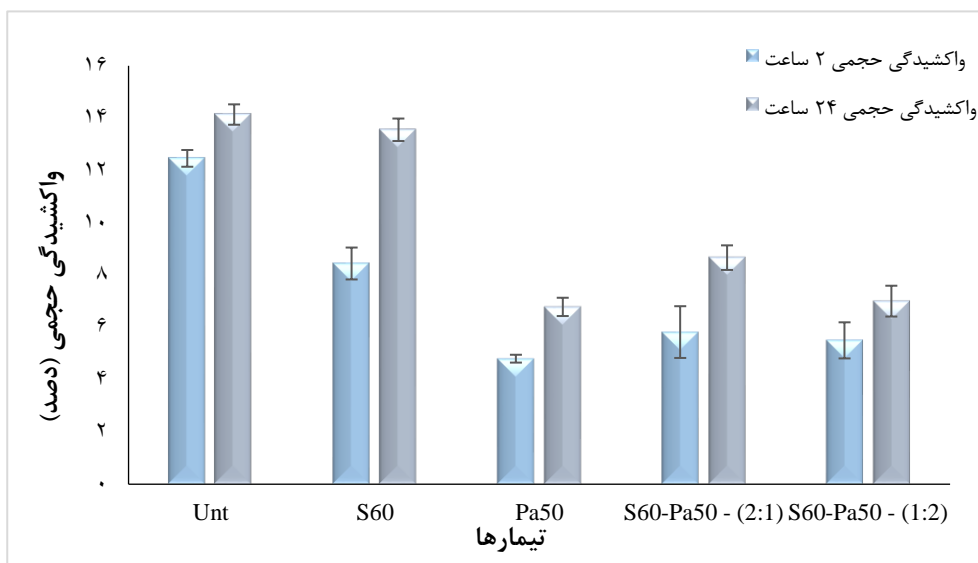
را در کاهش جذب آب این تیمارها از خود نشان داده است. به نظر می‌رسد که تیمار $S60-Pa50 - (1:2)$ در مقایسه با تیمار $S60-Pa50 - (2:1)$ ، به دلیل غلظت بالاتر پلی‌آکریلات، کارایی بالاتری را در این زمینه داشته است.



شکل ۱- درصد جذب آب نمونه‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

درصد واكشیدگی حجمی

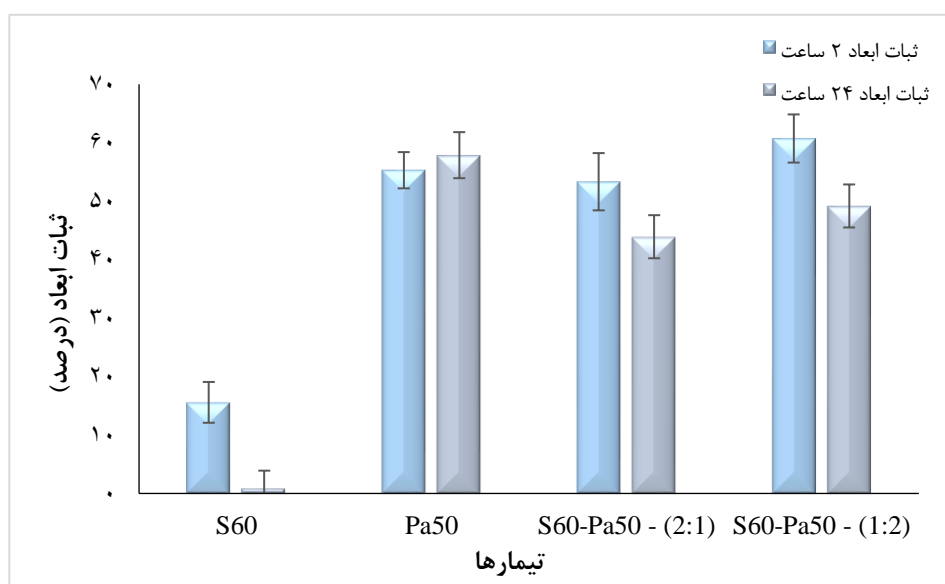
همان گونه که شکل ۲ نشان می‌دهد، کم‌ترین میزان واكشیدگی حجمی در تیمار Pa50 مشاهده شده است. پلی‌آکریلات به دلیل جذب آب کم‌تر، کم‌ترین میزان واكشیدگی حجمی را به خود اختصاص داده است. تیمارهای ترکیبی به دلیل جذب آب کم‌تر ناشی از وجود پلی‌آکریلات، پتانسیل بالاتری را در بهبود واكشیدگی حجمی نمونه‌ها نسبت به تیمار S60، از خود نشان داده‌اند. از بین تیمارهای ترکیبی، تیمار $S60-Pa50 - (1:2)$ به دلیل بالاتر بودن غلظت پلی‌آکریلات همچنین غلظت پایین سدیم سیلیکات، توانسته میزان واكشیدگی حجمی را به طور مؤثرتری تقویت نماید. تیمار چوب با سدیم سیلیکات، تأثیری بر بهبود واكشیدگی حجمی نداشته و بیش‌ترین میزان واكشیدگی حجمی را داشته است.



شکل ۲- در صد واکشدگی حجمی نمونه ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب

کارایی ضد واکشدگی

با توجه به شکل ۳، تیمار Pa50، بالاترین ثبات ابعاد را به خود اختصاص داده است. در واقع پلی آکریلات به دلیل جذب آب و واکشدگی حجمی کمتر، پایداری ابعاد بالاتری را از خود نشان می دهد (Radomski, 2018 & Žmuda). پس از تیمار Pa50، بالاترین میزان ثبات ابعاد در تیمارهای ترکیبی مشاهده شده است. از بین تیمارهای ترکیبی، میزان ثبات ابعاد تیمار S60- Pa50 (1:2) - از تیمار S60- Pa50 - (2:1) بیشتر می باشد. در واقع در تیمارهای ترکیبی، پلی آکریلات به نحو مؤثری توانسته ثبات ابعاد نمونه ها را تقویت نماید و تأثیر بسزایی را در بهبود ثبات ابعاد سدیم سیلیکات در زمان غوطه وری از خود نشان دهد.



شکل ۳- ثبات ابعاد نمونه ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب



نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که اشباع چوب نراد با ترکیب رزین پلی آکریلات و سدیم سیلیکات پتانسیل زیادی را در بهبود ویژگی های فیزیکی از خود نشان داد. به طوری که تیمارهای ترکیبی سدیم سیلیکات و پلی آکریلات در مقایسه با تیمارهای تکی توانسته اند درصد افزایش وزن بیشتری را از خود نشان دهند. میزان واكشیدگی حجمی و جذب آب نمونه های چوبی در تیمارهای ترکیبی کاهش یافت. در واقع به دلیل کاهش جذب آب و واكشیدگی حجمی پایین پلی آکریلات در تیمار Pa50، افزودن آن در تیمارهای ترکیبی تأثیر فزاینده ای را داشته و منجر به کاهش جذب آب و واكشیدگی حجمی این تیمارها نسبت به تیمار S60 شده است. به طوری که با افزایش غلظت آن در تیمارهای ترکیبی میزان جذب آب و واكشیدگی حجمی نمونه های چوبی نیز کاهش بیشتری را داشته است. میزان ثبات ابعاد یا کارایی ضد واكشیدگی در تیمارهای ترکیبی نسبت به تیمار S60 افزایش یافت. در واقع به دلیل کاهش جذب آب و واكشیدگی حجمی پایین و به دنبال آن ثبات ابعاد بالا پلی آکریلات در تیمار Pa50، افزودن آن در تیمارهای ترکیبی به نحو مؤثری توانسته ثبات ابعاد نمونه ها را تقویت نماید و تأثیر بسزایی را در بهبود ثبات ابعاد سدیم سیلیکات در زمان غوطه وری از خود نشان دهد.



1. Bao, Y., Ma, J., Zhang, X., Shi, C. (2015). Recent advances in the modification of polyacrylate latexes. *Journal of materials science*, 50(21), 6839-6863.
2. Cocca, M., D'ariento, L., D'orazio, L., Gentile, G., Martuscelli, E. (2004). Polyacrylates for conservation: chemico-physical properties and durability of different commercial products. *Polymer testing*, 23(3), 333-342.
3. Hill, C., (2006). *Wood Modification Chemical, Thermal and Other process*. Wiley Series in Renewable Resources. Chapter 5. Pp: 99-127.
4. Li, P., Zhang, Y., Zuo, Y., Lu, J., Yuan, G., Wu, Y. (2019). Preparation and characterization of sodium silicate impregnated Chinese fir wood with high strength, water resistance, flame retardant and smoke suppression. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(1), 1043-1053.
5. Li, Y.; Dong, X.; Lu, Z.; Jia, W., and Liu, Y., (2012). Effect of polymer in situ synthesized from methyl methacrylate and styrene on morphology, thermal behavior and durability of wood. *Journal of Applied Polymer Science*, 128(1), 13-20.
6. Liu, Q., Chai, Y., Ni, L., & Lyu, W. (2020). Flame retardant properties and thermal decomposition kinetics of wood treated with boric acid modified silica sol. *Materials*, 13(20), 4478.
7. Mohebbi, B. (2003). *Modified wood and lignocellulosic materials and their technologies*. Tehran, First National Conference on processing and Applications of Cellulose. 405-408.
8. Sandberg, D., Kutnar, A., Mantanis, G. (2017). Wood modification technologies-a review. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 10(6), 895.
9. Tiralová, Z., & Reinprecht, L. (2004). Fungal decay of acrylate treated wood. *International Research Group on Wood Preservation*, Doc. No. IRG/WP, 04-30357.
10. Xu, E., Zhang, Y., & Lin, L. (2020). Improvement of mechanical, hydrophobicity and thermal properties of Chinese fir wood by impregnation of nano silica sol. *Polymers*, 12(8), 1632.
11. ŽMUDA, E., RADOMSKI, A. (2018). Water resistance and swelling of black poplar wood (*Populus nigra* L.) modified by polymerisation in lumen with acrylate polymers. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. Forestry and Wood Technology*, 104, 345-352.