

## بررسی خواص فیزیکی چند سازه چوب - پلیمر گونه چوبی سپیدار

افشین ویسی<sup>1</sup>، هومن عباسی<sup>2</sup>

تاریخ دریافت: 91/9/21 تاریخ پذیرش: 91/11/26

### چکیده

این تحقیق با هدف تهیه چند سازه چوب- پلیمر از گونه سپیدار به منظور بهبود خواص فیزیکی آن و افزایش قابلیت کاربردی آن در صنایع انجام گرفته است. برای رسیدن به این هدف نمونه آزمونی را با منومر استایرن به روش سلول پر اشباع کرده و سپس حرارت دهی نمونه های اشباع شده در دستگاه اتو به منظور پلی مریزاسیون منومر انجام شد. پس از تهیه چند سازه چوب- پلیمر ارزیابی خواص فیزیکی (تخلخل، جرم ویژه، همکشیدگی و واکشیدگی) نمونه های چوب- پلیمر انجام شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد که در اکثر موارد تغییرات غیرمعنی دار بود. در متغیر دما فقط صفت درصد تثبیت پلیمر معنی دار بود و در متغیر زمان هیچکدام از صفات معنی دار نبودند. در تجزیه واریانس فاکتوریلی، اثر مستقل دما و زمان، فقط صفت درصد تثبیت پلیمر معنی دار بود. همچنین در اثر متقابل دما و زمان نیز فقط صفت درصد تثبیت پلیمر معنی دار بود و سایر صفات غیرمعنی دار بودند.

**واژه‌های کلیدی:** سپیدار، خواص فیزیکی، استایرن، دما، زمان حرارت دهی، درصد جذب منومر، چند سازه چوب- پلیمر.

---

1- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد afshinveisi1354@gmail.com

2- کارشناس ارشد رشته جنگلداری

## مقدمه

کامپوزیت، به ماده‌ای گفته می‌شود که حداقل از دو جز متفاوت تشکیل شده باشد. اجزای کامپوزیت از نظر شکل، ترکیب شیمیایی و خواص با هم متفاوت بوده، خواص کامپوزیت در مجموع از خواص اجزاء برتر می‌باشد. گاهی این دو جزء را فاز می‌نامند: فاز غیر پیوسته یا تقویت کننده و فاز پیوسته یا ماتریس. نقش ماتریس: انتقال نیرو به تقویت کننده، مقاومت در برابر حرارت، مقاومت در برابر عوامل شیمیایی و نقش تقویت کننده: افزایش خواص کیفی مانند خواص فیزیکی و مکانیکی. [9] در این مطالعه چوب به عنوان ماتریس و پلیمر استایرن به عنوان تقویت کننده، نقش بازی می‌کنند.

## مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق از یک گردبینه پوست-کنی شده سپیدار به طول 2/20 متر و قطر 35 سانتی‌متر که از منطقه بروجرد قطع شده بود، تخته‌های شعاعی به ضخامت 3 سانتی‌متر (برای تهیه نمونه‌های لازم جهت انجام آزمون‌های فیزیکی) برش داده شد. پس از برش، تخته‌هایی که در محدوده مغز گرده بینه قرار داشتند حذف گردیدند و دو انتهای مابقی تخته‌ها را جهت جلوگیری از تبخیر سریع آب و ترک خوردگی در آنها با پارافین مذاب آغشته کردیم. رطوبت تخته‌ها در این مرحله 80% بود. سپس، تخته‌ها را دستک گذاری کرده و در یک محیط گرم که از تهویه برخوردار بود قرار دادیم تا رطوبت تخته‌ها کاهش یابد. پس از 45 روز که از خشک شدن تخته‌ها گذشت رطوبت آنها به حدود 10% رسید که برای انجام آزمایش مناسب بود. مرحله اشباع

سپیدار درختی است که در مناطق نیمه خشک به خوبی رشد می‌کند و بیشتر طالب خاک‌های رسی می‌باشد و در جایی که آب کافی وجود داشته باشد، به عنوان یک گونه دست کاشت سریع‌الرشد کاشته می‌شود. به دلیل زود بازده بودن این گونه، کشاورزان تمایل زیادی به کشت آن در باغ‌ها و مزارع کشاورزی خود دارند و چون در مناطق غرب کشور شرایط مناسب ذکر شده مهیا است، به مقدار زیادی کشت شده است به طوری که سطح زیر کشت صنوبر در کل کشور 120000 هکتار و در استان لرستان 3500 هکتار می‌باشد. در شهرستان بروجرد، سطح کشت انجام شده با گونه اصلاح شده توسط اداره منابع طبیعی 500 هکتار برای حاشیه کاری و انبوه کاری و سطح گونه‌های بومی کاشته شده توسط مردم به روش سنتی، 1000 هکتار می‌باشد که بیشتر در مصارف جعبه سازی استفاده می‌شود.

چند سازه چوب- پلیمر توسط اشباع با مونومرهای وینیلی مانند استایرن و متیل متا اکریلات ساخته می‌شود. این مونومرها پس از نفوذ در داخل چوب طی فرآیندهایی (پرتو گاما یا حرارت) پلیمر شده، سفت و سخت می‌گردد. [8]

چند سازه چوب- پلیمر در حدود سال 1960 شناخته شده و با تحقیقات گسترده در این زمینه تعداد زیادی ماده شیمیایی جدید مانند مونومرهای وینیلی، جهت پر کردن فضای خالی چوب و پلیمریزاسیون آن مورد استفاده قرار گرفت. نخستین تحقیق در این زمینه توسط Karpov و Henja به طور مستقل انجام شد. [7]

درصد تثبیت پلیمر معنی‌دار و برای سایر صفات (درصد جذب منومر، جرم ویژه خشک، جرم ویژه بحرانی، تخلخل، هم کشیدگی و واکشیدگی) در سطح احتمال 5% غیر معنی‌دار بود. مقایسه بین میانگین در مورد متغیر زمان (5، 6 و 7 ساعت)، برای همه صفات مورد مطالعه غیر معنی‌دار می‌باشد.

مقایسه میانگین‌های صفات در تجزیه واریانس یکطرفه و آزمون دانکن نشان داد که، برای درصد جذب منومر اختلاف بین نمونه‌ها در دو گروه جای گرفت که در بین آنها نیز در گروه اول (1، 5، 3، 6 و 2) غیر معنی‌دار و در گروه دوم (4، 1، 5 و 3) معنی‌دار می‌باشد. در خصوص جرم ویژه خشک بدین‌گونه است که نمونه‌ها در دو گروه جای می‌گیرند و بین دو گروه نیز، گروه اول (6، 3، 5، 4 و 1) غیر معنی‌دار و گروه دوم (2، 6، 3 و 5) معنی‌دار است. در مورد جرم ویژه بحرانی، دو گروه دیده می‌شود و در بین دو گروه نیز هم در گروه اول (6، 3، 5، 1 و 4) و هم در گروه دوم (2، 6، 3، 5 و 1) هر دو معنی‌دار می‌باشند. در خصوص مقایسه میانگین‌ها در آزمون دانکن بین صفات و متغیر زمان، فقط درصد تثبیت پلیمر معنی‌دار بود که در سه گروه جای می‌گیرند به‌طوری‌که در گروه اول (140 درجه)، گروه دوم (150 درجه) و گروه سوم (160 درجه) اختلاف معنی‌داری دیده نمی‌شود. همچنین در جدول 2 مقادیر میانگین، حداقل و حداکثر به دست آمده در آزمون T-TEST نشان داده شده است.

نمونه‌ها با مونومر استایرن ساخت پالایشگاه تبریز، انجام شد. برای این منظور ابتدا نمونه‌ها در داخل ظرف مخصوص قرار گرفتند و درب سیلندر محکم بسته شد. سپس پمپ خلا روشن و شیرمتهی به آن باز شد تا زمانی که فشار منفی داخل سیلندر به 0/5 بار مورد نظر است رسید. سپس شیر را بستیم. پس از طی شدن زمان نیم ساعت و اعمال خلا بر روی نمونه‌ها، شیر رابط بین دو سیلندر باز شده تا مونومر روی سطح نمونه‌های چوبی را فرا گیرد. بعد از تخلیه کامل سیلندر فوقانی و غوطه‌وری کامل نمونه‌ها، شیر رابط بسته و این بار پمپ فشار روشن و شیر آن باز گردید. تا زمانی که فشار سنج عدد 2 را نشان داد، در این هنگام شیر بسته شد. نمونه‌هایی به ابعاد  $2 \times 2 \times 2$  سانتی‌متر انتخاب و وزن آنها مشخص شد. سه دمای 140، 150 و 160 درجه سانتی-گراد و سه زمان 5، 6 و 7 ساعت را جهت انجام دادن مرحله حرارت دهی نمونه‌ها انتخاب شد [4,5].

## نتایج

### - نتایج تجزیه واریانس یکطرفه بین نمونه‌ها، زمان و دما

با توجه به جدول 1 تفاوت بین میانگین در نمونه‌ها، برای صفات درصد جذب منومر، جرم ویژه خشک، جرم ویژه بحرانی و درصد تخلخل دارای اثر معنی‌دار بوده ولی در مورد صفات درصد تثبیت پلیمر، هم کشیدگی و واکشیدگی این اثر در سطح احتمال 5% معنی‌دار نبود. در خصوص متغیر دما نیز برای صفات

جدول ۱- تجزیه واریانس یکطرفه نمونه، دما و زمان

واکسیدگی	همکشیدگی	تخلخل	جرم ویژه بحرانی	جرم ویژه خشک	تثبیت پلیمر	جذب منومر	
n.s	n.s	*	*	*	n.s	*	نمونه
n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	n.s	دما
n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	زمان

n.s : معنی دار در سطح احتمال 5%

\*: غیر معنی دار

جدول ۲- مقادیر میانگین، حداکثر و حداقل صفات

واکسیدگی	همکشیدگی	تخلخل	جرم ویژه بحرانی	جرم ویژه خشک	تثبیت پلیمر	جذب منومر	
12/08	10/60	46/46	0/39	0/44	118/51	155/01	میانگین
13/43	11/67	47/68	0/40	0/46	126/31	160/72	حداکثر
10/73	9/52	45/24	0/38	0/43	110/71	149/31	حداقل

منومر در نمونه دوم (145/35) و حداکثر در نمونه چهارم (169/49) دیده شد و در سطح اول غیر معنی دار و در سطح دوم معنی دار بود. برای صفت جرم ویژه خشک حداقل مقدار در نمونه اول (0/47) و حداکثر در نمونه دوم (0/53) دیده شد و در بین سطوح صفت نیز سطح اول غیر معنی دار و سطوح دوم معنی دار بود. در خصوص صفت جرم ویژه بحرانی، حداقل در نمونه چهارم (0/42) و حداکثر در نمونه دوم (0/46) دیده شد و در این بین نیز سطح اول غیر معنی دار و سطح دوم معنی دار بود. برای صفت تخلخل نیز حداقل در نمونه اول (44/32) و حداکثر در نمونه دوم (49/65) دیده شد که در آن نیز سطح اول غیر معنی دار و سطح دوم معنی دار

### - تجزیه واریانس فاکتوریلی بین اثرات

#### اصلی و متقابل نمونه، دما و زمان

با توجه به جدول 3 تجزیه واریانس چند طرفه صورت گرفته در تعیین اثر مستقل دما نتیجه گرفته شد که در سطح احتمال 5% برای صفت درصد تثبیت پلیمر معنی دار و برای سایر صفات غیر معنی دار می باشد که در این بین حداقل مقدار در دمای 140 درجه (88/65) و حداکثر در دمای 160 درجه (148/94) دیده شد. در بین سطوح درصد تثبیت پلیمر نیز هیچگونه اثر معنی داری دیده نشد. در خصوص تعیین اثر مستقل نمونه ها نیز صفات درصد جذب منومر، جرم ویژه خشک، جرم ویژه بحرانی و تخلخل دارای اثر معنی داری بودند. حداقل مقدار در صفت درصد جذب

بود. ولی صفات درصد تثبیت پلیمر، همکشیدگی و واکشیدگی اثر غیر معنی داری دارند. همچنین در خصوص تعیین اثر مستقل زمان نیز کلیه صفات مورد بررسی در سطح اعتماد 5% غیر معنی دار بودند.

جدول 3- تجزیه واریانس چند طرفه اثرات مستقل نمونه، زمان و دما

واکشیدگی	همکشیدگی	تخلخل	جرم ویژه بحرانی	جرم ویژه خشک	تثبیت پلیمر	جذب منومر	
n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	n.s	اثر مستقل دما
n.s	n.s	*	*	*	n.s	*	اثر مستقل نمونه
n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	اثر مستقل زمان

\*: غیر معنی دار n.s : معنی دار در سطح احتمال 5%

درصد تثبیت پلیمر در سطح احتمال 5% دارای اثر معنی داری بوده و سایر صفات اثر غیر معنی داری دارند. همچنین در مورد اثر متقابل دما و نمونه‌ها نیز همه صفات دارای اثر غیر معنی داری می‌باشند. در خصوص اثر متقابل زمان و نمونه‌ها نیز همه صفات مورد مطالعه دارای اثر غیر معنی داری بودند.

در خصوص اثر مستقل دما برای صفاتی که دارای اختلاف معنی داری هستند باید گفت که، صفت درصد تثبیت پلیمر حداقل آن (88/65) در دمای 140 درجه و حداکثر (148/05) در دمای 160 درجه دیده شد. برای اثر مستقل زمان هیچ یک از صفات مورد بررسی دارای اثر معنی داری نبودند.

با توجه به جدول 4 تجزیه واریانس فاکتوریلی اثر متقابل دما و زمان نشان داد که فقط صفت

جدول 4- تجزیه واریانس فاکتوریلی اثرات متقابل نمونه، دما و زمان

واکشیدگی	همکشیدگی	تخلخل	جرم ویژه بحرانی	جرم ویژه خشک	تثبیت پلیمر	جذب منومر	
n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	n.s	اثر متقابل دما و زمان
n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	اثر متقابل نمونه و دما
n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	اثر متقابل زمان و نمونه

\*: غیر معنی دار n.s : معنی دار در سطح احتمال 5%

## درصد تثبیت پلیمر

تغییرات درصد تثبیت پلیمر در چوب سپیدار و در دو متغیر دما و زمان به گونه ای است که هر چه دما و زمان افزایش می یابد درصد تثبیت پلیمر در چوب بیشتر می شود و یک روند افزایشی منظمی را نشان می دهد. این تغییرات برای زمان غیرمعنی دار و برای دما معنی دار است. در فرآیند بسپارش و پلیمریزاسیون هرچقدر دمای محیط افزایش یابد میزان بسپارش نیز بیشتر می شود و هرچقدر زمان افزایش یابد مقدار پلیمریزه شدن منومر که تابعی از دماست، افزایش می یابد. [8,6]

## درصد جذب منومر

میزان درصد جذب منومر در چوب به گونه ای است که در دمای مختلف، با افزایش دما میزان جذب، افزایش میابد و این روند غیرمعنی دار است. همچنین برای متغیر زمان نیز، روند غیرمعنی داری را مشاهده می کنیم که به صورت کاهشی می باشد.

## جرم ویژه خشک

تغییرات در مورد جرم ویژه خشک به صورتی است که می توانیم افزایش را مشاهده کنیم و این افزایش در مورد متغیر دما نامنظم و برای متغیر زمان منظم است. البته در هر صورت هم برای دما و هم برای زمان این تغییرات معنی دار نمی باشد.

هر چقدر میزان تثبیت پلیمر در چوب بیشتر شود، جرم ویژه خشک چوب نیز بیشتر خواهد شد. چون جرم ویژه تابعی از میزان تثبیت

پلیمر است و می تواند فضاها را خالی که مملو از هواست را اشغال کرده و جرم ویژه چوب را افزایش دهد

## جرم ویژه بحرانی

تغییرات در جرم ویژه بحرانی در دمای متغیر به صورت نامنظم افزایش یافته و برای زمان متغیر نیز افزایش منظمی را نشان می دهد. هرچند که این تغییرات برای دو متغیر معنی دار نیستند. جرم ویژه بحرانی نیز تابعی از جرم خشک و حجم حداکثری است. لذا با تثبیت بیشتر پلیمر جرم ویژه نیز افزایش می یابد.

## تخلخل

تغییرات برای تخلخل به گونه ای است که در رابطه با متغیر دما افزایش نامنظم و برای متغیر زمان افزایش منظم را نشان می دهد. برای تخلخل نیز تغییرات هم برای دما و هم برای زمان غیرمعنی دار می باشد.

با توجه به اینکه تخلخل تابعی از جرم ویژه خشک است، لذا با افزایش جذب منومر تخلخل نیز افزایش می یابد.

## تغییر ابعاد (همکشیدگی و

## واکشیدگی)

تغییرات برای همکشیدگی و واکشیدگی در دو متغیر دما و زمان تقریباً ثابت را نشان می دهند و این تغییرات نیز غیرمعنی دار می باشند.

در مجموع در تمام صفات مورد مطالعه مانند درصد جذب منومر، جرم ویژه خشک، جرم ویژه بحرانی، تخلخل، همکشیدگی و واکشیدگی اثرات متغیرهای دما و زمان معنی دار نبوده است

و فقط در تثبیت پلیمر در متغیر دما معنی‌دار بوده است. علت آن می‌تواند این باشد که از اعمال فشار معکوس و ماده کاتالیزور به عنوان آغازگر استفاده نشده است. در حالی‌که در تحقیقات صورت گرفته توسط افراد دیگر از این عوامل استفاده گردیده است. [10] پس می‌توان نتیجه گرفت که دو عامل فشار معکوس و کاتالیزور در جذب و تثبیت پلیمر در فرآیند بسپارش بسیار حایز اهمیت بوده و می‌تواند در آن اثر بسیار زیادی بگذارد و به این ترتیب باعث افزایش خواص فیزیکی در چوب شود.

### پیشنهادهات

- 1- در تحقیقات دیگر می‌توان از مواد افزودنی به منومر استایرن جهت بهبود خواص چوب استفاده کرد.
- 2- از منومرهای مختلف در چوب‌های مختلف می‌توان استفاده کرد.
- 3- روی سایر خواص چوب مانند خواص مکانیکی آزمایش کرد.

## منابع

- 8- امیدوار، اصغر و عموزاده عمرانی، مهدخت، 1384، بررسی تیمارپذیری چوب پالونیا با استفاده از تکنیک پلیمریزاسیون، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، شماره 5، ص 128-135.
- 9- رضادوست، امیر مسعود، 1386، هشتمین دوره همایش کامپوزیت.
- 10- طلایی پور، سمیرا و امیدوار، اصغر، 1387، بررسی خواص فیزیکی چند سازه چوب-پلیمر گونه‌های پالونیا، سپیدار، افراپلت و ممرز، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره 78، ص 86-91.
- 11- Meyer, J.A. Treatment of wood-polymer systems using catalyst-heat techniques. *Forest Products Journal*, v. 15, n. 9, p. 362-364, Sept, 1965.
- 12- Schneider, M.H., K. I.,Brebner and I.D. Hartley.1991; Swelling of a cell lumen filled and a cell- wall. Bulked wood – polymer composite in water. *Wood and Fiber Science*,. 23(2):165-172.
- 13- Schneider, M.H., 1994; Wood polymer composites. *Wood and fiber Science*, 26(1): 142-15
- 1- ابراهیمی، قنبر، 1368، مکانیک چوب و فرآورده‌های مرکب آن، بادبگ، ژوجین، ب، انتشارات دانشگاه تهران.
- 2- حسین زاده، ع، نیستانی، ف، ابراهیمی، ق و لئیاری، الف، 1371، بهبود کیفیت چوب به کمک پرتو گاما، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، نشریه شماره 76.
- 3- پارسا پژوه، داود، 1373، تکنولوژی چوب، انتشارات دانشگاه تهران.
- 4- عبدالملکی، جوانمیر، 1378، بررسی تهیه فرآورده چوب- پلاستیک با استفاده از گونه حرارت مستقیم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- 5- فارسی، رامین، 1378، بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی چند سازه چوب- پلیمر گونه صنوبر و منومر استایرن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
- 6- امیدوار، اصغر، 1382، ویژگی‌های کاربردی چوب-پلاستیک در صنایع و تحقیقات، مجموعه مقالات نخستین همایش ملی فرآوری و کاربرد مواد سلولزی، پردیس 3 دانشکده فنی دانشگاه تهران، ص 442-449.
- 7- زاهدی تجریشی، اسماعیل، 1383، بررسی مقاومت به پوسیدگی چوب-پلاستیک صنوبر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.