Amirkabir Journal of Mechanical Engineering

Amirkabir J. Mech. Eng., 54(8) (2022) 387-390
DOI: 10.22060/mej.2022.20716.7302

Experimental Study of Thermal and Mechanical Properties of Wood Boards Processed with Hard Recycled Skin of Walnut and Pistachio

S. Sh. Hosseini [1]*, A. Shahrjerdi [2]

[1] Department of Engineering, Payam Noor University, Tehran, Iran
[2] Department of Mechanical Engineering, Malayer University, Malayer, Iran

ABSTRACT: One of the main concerns of the environmental activists is felling the trees to produce wooden accessories. This action has a detrimental effect on the environment and the earth's climate, and efforts to find an alternative product seem essential. Due to the reduction of natural wood resources, along with the increase in demand for wood products, it is essential to produce recycled composites that replace wood. Since the skin structure of walnuts and pistachios can only be crushed and pulverized, they can be employed to prepare chipboard. In this experimental research, composite samples composed of the chipboard family were made using walnut and pistachio hardwood, and their physical properties were investigated. The obtained results revealed that the composites made are denser than ordinary chipboard. Despite the fact that such composites are slightly higher thermal conductivity, they have better fire resistance. The firing time for hard skin samples of walnut fruit and walnut/pistachio was 69% and 84% longer than ordinary chipboard. Due to the piece structure, the composites had a smoother cutting surface and showed a Crisp and fragile body behavior against bending. The electrical behavior of the composites was not significantly different from that of ordinary chipboard.

Review History:

Received: Oct. 29, 2021
Revised: Jun. 08. 2022
Accepted: Jul. 03, 2022
Available Online: Aug. 13, 2022

Keywords:

Walnut wood
Pistachio wood
Wood composite
Recycled wood
Recycled composite

1- Introduction

Cutting down trees to produce wooden artifacts is an environmental problem, and efforts to find alternative products are necessary. There are 130,000 hectares of walnut orchards in Iran, where 300,000 tons of walnuts are produced annually. Of this amount, about 66%, i.e., 200,000 tons, is the walnut fruit's green skin and hard skin, of which a very high percentage is discarded [1]. In this research, an attempt has been made to produce composite wooden structures by recycling the waste wood of fruits such as walnuts and pistachios and to compare the required physical properties such as moisture absorption, fire resistance, thermal and electrical conductivity, and bending strength with conventional samples.

2- Methodology

This research was carried out in a laboratory by making three samples of chipboard, including a) chipboard obtained from wood chips from trees, b) chipboard obtained from chopped walnut skin, c) chipboard obtained from a combination of chopped walnut and pistachio skin, which physical properties Samples (b) and (c) have been compared with sample (a), which is the test sample of the research. From each composite, 15 samples were prepared to use the new samples in different tests. To measure density, calorific value (burning heat), thermal conductivity, electrical resistance, and surface smoothness (one sample each), for tests of fire resistance, moisture absorption, bending strength (three samples each for the averaging) and a sample was also prepared as a precaution to be used if needed. The dimensions of the sample mold are 40x40x1.6 cm, and the materials are mixed and molded with a ratio of 88% by weight of wood chips and 12% by weight of glue. The dimensions of the pistachio shell from the flour state to 4.5 mm and the dimensions of the walnut shell from the flour state to 4.8 mm have been measured, and they vary within this range. The glue is urea-formaldehyde [2]. 10% of NH_4Cl adhesive weight is added as a hardener [3]. The mold is placed in the press machine for 5 minutes at a temperature of 170 degrees Celsius and a pressure of 20 kg/cm^2. Then the prepared sample is placed in the open and sunny air for a week to dry. The first chipboard sample contains ordinary wood chips, which have been used as a control sample. The wooden part of the second sample contains 44% by weight of walnut wood chips and 56% by weight of walnut bark flour. The wooden part of the third sample contains 52% of pistachio flour and wood chips and 48% of walnut flour and wood chips. Mixing fruit wood peel chips and fruitwood peel flour was done manually.

*Corresponding author's email: H.sh.hosseini@pnu.ac.ir

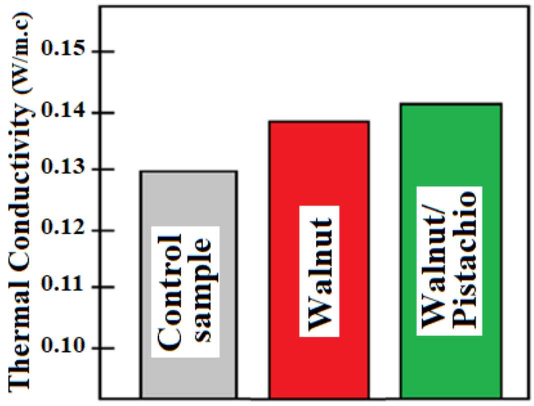


Fig. 1. Comparison of the thermal conductivity of the samples tested at 70 degrees Celsius

3- Results and Discussion

The tests carried out in this research include density measurement, calorific value (burning heat), fire resistance test, moisture absorption test, bending strength test, thermal conductivity test, electrical resistance test, and surface smoothness test after cutting. The weight of the three samples prepared in the same dimensional volumes was measured, and the density of the control sample, walnut sample, and walnut-pistachio sample was 0.37 g/cm^3, 0.74 g/cm^3, and 79/g/cm^3, respectively. 0 kg/m3 was obtained. According to the experiments, the result of the burning heat of the test samples was equal to 18.5, 17.2, and 16.4 MJ/kg for the control sample, the hard walnut shell sample, and the hard shell sample of the walnut-pistachio fruit, respectively, which shows that the use of Fruitwood can reduce the power of heat production and consequently wood fire. The fire resistance test results showed that the entire burning time of the walnut wood and walnut/pistachio wood samples was 290 seconds and 355 seconds longer than the control sample, respectively. The amount of moisture absorption is the lowest in the walnut/pistachio composite sample and is much more resistant to moisture absorption than the control sample. Reducing moisture absorption for walnut chipboard is also acceptable. The results of the bending strength tests showed that because the tissue of the walnut sample and the walnut-pistachio sample did not have a fibrous state, they act like brittle objects and are fragile against the bending force. The failure in the control sample started at 9.7 kN and completely ruptured at 11.8 kN. However, the walnut sample at 1.7 kN and the pistachio walnut sample at 7.5 kN failed at once, and instead of being shaved off, they were separated from the primary sample. Therefore, the required bending strength was not present in the walnut and walnut-pistachio samples. The results of the thermal conductivity test, according to Fig. 1, show that the thermal conductivity of the walnut/pistachio sample was the highest.

The average electrical resistance for the control, walnut, and walnut/pistachio samples showed values of 8.9, 9.3, and 9.4 Ω, respectively, and no significant difference was seen between them. Also, in cutting the surface of the samples, it was observed that walnut and walnut/pistachio samples have harder cutting and rougher edges due to the fragmented nature of the compressed particles, and the separation during cutting was accompanied by the scattering of pieces of particles, which is one of the reasons. The disadvantages of these examples are considered.

4- Conclusion

1) According to the test, the burning heat of the hard skin of the walnut-pistachio fruit was less than the walnut skin, and their burning heat was less than the normal chipboard.

2) The ignition time of the wood sample obtained from the hard shell of the walnut/pistachio fruit and the walnut fruit's hardwood was 84% and 69% longer than the ordinary chipboard, respectively.

3) The results showed that the resistance of walnut/pistachio wood as well as walnut wood is higher than normal chipboard against moisture absorption, and they have fewer structural changes than normal chipboard.

4) The results showed that the walnut and the walnut/pistachio sample acted like a brittle object against the bending force and are brittle, which may be partially solved by preheating with steam and softening the structure of walnut and pistachio wood.

5) The thermal conductivity of the walnut/pistachio sample is slightly higher than the walnut sample, and the thermal conductivity of the two is slightly higher than the normal chipboard. However, their structure is such that fire development in them is associated with a more significant delay.

6) There was no apparent difference in electrical resistance between the samples.

7) After cross-cutting the sample and visual observation of the cut surface, it was observed that the cut area in the walnut/pistachio sample and the walnut sample with separation into pieces are more uneven than the typical chipboard sample.

References

[1] N. Banaiyan, Estimating the energy of walnut waste and its recycling strategies, National Conference on Agricultural Waste and Waste Management, Tehran, Iran, (2010) 14-27, (in Persian).

[2] S. Yousefi Lonbar, A. Talaei, M.H. Rezvani, Investigation of physical and mechanical performance of wood-based composites after laboratory accelerated aging, Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 9(1) (2018) 103-117, (in Persian).

[3] F.Eslah, A. A. Enayati, M. Faezipur, M. Tajvidi, Evaluation of the effect of increasing the mass density of the board and the amount of adhesive on the properties of particle board, Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 2(1) (2011) 103-113, (in Persian).

HOW TO CITE THIS ARTICLE

S. Sh. Hosseini, A. Shahrjerdi, Experimental Study of Thermal and Mechanical Properties of Wood Boards Processed with Hard Recycled Skin of Walnut and Pistachio, Amirkabir J. Mech Eng., 54(8) (2022) 387-390.

DOI: 10.22060/mej.2022.20716.7302

نشریه مهندسی مکانیک امیرکبیر

نشریه مهندسی مکانیک امیرکبیر، دوره ۵۴، شماره ۸، سال ۱۴۰۱، صفحات ۱۹۳۳ تا ۱۹۴۴
DOI: 10.22060/mej.2022.20716.7302

بررسی آزمایشگاهی خواص حرارتی و مکانیکی تخته چوب فراوری شده با پوست سخت بازیافتی میوه گردو و پسته

سید شرف الدین حسینی[۱*]، علی شهرجردی[۲]

۱- دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲- دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

تاریخچه داوری:

دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۷
بازنگری: ۱۴۰۱/۰۳/۱۸
پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۲
ارائه آنلاین: ۱۴۰۱/۰۵/۲۲

کلمات کلیدی:

چوب گردو
چوب پسته
کامپوزیت چوبی
چوب بازیافتی
کامپوزیت بازیافتی

خلاصه: یکی از بحران‌های امروز قطع درختان برای تولید مصنوعات چوبی است که اثر مخربی بر محیط زیست و آب و هوای زمین داشته و تلاش برای یافتن محصول جایگزین ضروری و مهم به نظر می‌رسد. کاهش منابع چوبی طبیعی، در کنار افزایش میزان نیاز به مصنوعات چوبی، تلاش برای تولید کامپوزیت‌های بازیافتی جایگزین چوب درختان را ضروری‌تر نموده است. با توجه به اینکه ساختار پوست سخت میوه گردو و پسته در حالت عادی فقط قابلیت خرد و پودر شدن دارند، لذا می‌توان از آنها در تهیه نئوپان استفاده نمود. در این تحقیق آزمایشگاهی با استفاده از دورریز چوب سخت میوه گردو و پسته نمونه‌های کامپوزیتی مرکب از خانواده نئوپان ساخته شد و به بررسی خواص فیزیکی آنها پرداخته شده است. نتایج تحقیق نشان داد که کامپوزیت‌های ساخته شده نسبت به نئوپان معمولی چگالی بیشتری داشته و با وجود هدایت حرارتی کمی بالاتر، مقاومت بهتری در برابر آتش‌گیری دارند و زمان آتش‌گیری برای نمونه پوست سخت میوه گردو و همچنین گردو/پسته به ترتیب ۶۹٪ و ۸۴٪ نسبت به نئوپان معمولی بیشتر بوده است. کامپوزیت‌های ساخته شده بخاطر ساختار تکه‌ای سطح برش ناصاف‌تری داشته و در برابر خمش رفتار جسم ترد و شکننده را از خود نشان دادند. رفتار الکتریکی کامپوزیت‌های ساخته شده تفاوت قابل توجهی با نئوپان معمولی نداشته است.

۱- مقدمه

یکی از بحران‌های امروز قطع درختان برای تولید مصنوعات چوبی است که اثر مخربی بر محیط زیست داشته و تلاش برای یافتن محصول جایگزین ضروری به نظر می‌رسد. در کشور ایران ۱۳۰ هزار هکتار باغ گردو وجود دارد که سالانه ۳۰۰ هزار تن میوه گردو تولید می‌شود. از این میزان حدود ۶۶ درصد یعنی ۲۰۰ هزار تن پوست سبز و پوست سخت میوه گردو است که درصد بسیار بالایی از آن دورریز می‌شود [۱]. این درحالی است که بنابر طرح‌های توجیهی اقتصادی، برای راه‌اندازی یک کارگاه تولیدی نئوپان خام با نرخ بازدهی ۴۰ درصد و اشتغال ۱۰ نفر، حدود ۵ هزار تن ماده اولیه نیاز است. از پوست گردو کاربردهایی همچون ضد عفونی لثه، تولید رنگ طبی بادوام، سوسپانسیون جهت رفع زردی دندان، از بین بردن علف هرز [۲]، اسکراپ و لایه‌برداری پوست، از بین برنده موهای زائد، حذف کننده رنگ[۳] از جمله حذف رنگ رادیواکتیو قرمز در محلول‌های آبی[۴]، جاذب حذف سرب [۵]، فسفات [۶] و نیترات [۷] از آب، و همچنین تولید کربن فعال گرانولی [۸] گزارش شده است. به طوری که به ازای هر ۱۲ کیلوگرم پوست پسته می‌توان یک کیلوگرم کربن خالص استحصال نمود [۹]. ایران رتبه اول تولید پسته و رتبه چهارم تولید گردو در جهان را داراست [۱۰]. این امر خود نشان می‌دهد منبع غنی از مواد دورریز قابل بازیافت برای کاربردهای چوبی وجود دارد که عدم استفاده صحیح از این مواد دورریز مشکلات عدیده زیست محیطی را به همراه خواهد داشت. از طرفی دیگر طبق قوانین مبحث ۱۷ سازمان نظام مهندسی، قرارگیری تجهیزات گازسوز مانند اجاق گاز و فر صنعتی در کنار دیوارهای چوبی رایج که جهت زیباسازی نمای داخلی اماکن تجاری و مسکونی بکار می‌روند، بعلت امکان آتش‌گیری دیواره دارای محدودیت شدید است [۱۱]. همچنین سازه‌های چوبی متداول همچون نئوپان و "تخته فیبر چگالی متوسط[۱] که به وفور در ساخت کابینت‌ها، پارتیشن‌ها و دیواره‌های جداکننده داخل ساختمان بکار می‌روند، شدیداً نسبت به جذب رطوبت و آتش‌گیر بودن ضعیف هستند [۱۲] و این امر خود موجب بروز مشکلات و هزینه‌های اضافی خواهد شد. نئوپان‌ها از خرده چوب و تخته فیبر چگالی

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: H.sh.hosseini@pnu.ac.ir

1 Medium Density Fiberboard (MDF)

شکل ۱. مواد اولیه (الف) ترکیب خرده گردو – پسته ، (ب) نمونه خرده چوب، (ج) نمونه آرد پوست پسته و (د) آرد پوست گردو

Fig. 1. Primary materials (a) combination of walnut and pistachio chips, (b) wood chips sample, (c) pistachio shell flour sample and (d) walnut shell flour

متوسطها از رشته‌های چوبی استفاده می‌کنند. با توجه به اینکه ساختار پوست سخت میوه گردو و پسته در حالت عادی بگونه‌ای نیست که قابلیت رشته‌ای شدن داشته باشند و فقط خرد و پودر (اصطلاحاً چیپس) می‌شوند، لذا می‌توان از آنها در تهیه نئوپان استفاده نمود [۱۳]. در رفسنجان ایران کارخانه‌ای بصورت محدود و تحقیقاتی روی تولید نئوپان از چیپس پوست پسته در حال تحقیق است. استفاده از مواد طبیعی بازیافتی دیگری نیز مورد پژوهش قرار گرفته است. برخی محققین نیز روی کامپوزیت‌های حاصل از لیف خرما نیز تحقیقاتی انجام دادند اما کیفیت آن نسبت به کامپوزیت‌های پوست پسته پایین‌تر است. استفاده از لیف خرما باعث اصلاح سطحی الیاف نخل خرما و بهبود چسبندگی بین‌سطحی لیف–ماتریس [۱۴] و بهبود مقاومت خمشی شد اما تاثیری در مقاومت کششی نداشته است [۱۵]. همچنین یوسف زاده و همکاران روی مقاومت نمونه کامپوزیت حاصل از باگاس تحقیقاتی انجام دادند که در غلظت خاص موجب استحکام بیشتر کامپوزیت شد [۱۶]. در این تحقیق تلاش شده است بطور آزمایشگاهی با بازیافت چوب‌های دورریز میوه‌ها همچون گردو و پسته، سازه‌های چوبی مرکب تولید شود و خواص فیزیکی مورد نیاز از جمله میزان رطوبت‌گیری، آتش‌گیری، هدایت حرارتی و الکتریکی، و مقاومت خمشی آن با نمونه‌های متداول مقایسه گردد.

۲- مواد و روش‌ها

۲- ۱- روش آزمایش

این تحقیق بصورت آزمایشگاهی با ساخت سه نمونه ترکیب نئوپانی شامل الف) نئوپان حاصل از خرده چوب‌های دورریز درختان، ب) نئوپان حاصل از پوست خردشده چوبی میوه گردو، ج) نئوپان حاصل از ترکیب پوست خرد شده میوه گردو و پسته انجام شده که خواص فیزیکی نمونه‌های (ب) و (ج) با نمونه (الف) که نمونه شاهد تحقیق است مقایسه شده‌اند. از هر کدام از کامپوزیت‌ها، ۱۵ نمونه تهیه شد تا در آزمایشات مختلف، نمونه‌های استفاده نشده بکار گرفته شود. برای اندازه‌گیری چگالی، ارزش حرارتی (گرمای سوختن)، هدایت حرارتی، مقاومت الکتریکی و صافی سطح (هر کدام یک نمونه)، برای آزمایشات مقاومت در برابر آتش‌گیری، جذب رطوبت، مقاومت خمشی (هر کدام سه نمونه جهت میانگین‌گیری) و یک نمونه نیز جهت احتیاط آماده شد تا در صورت نیاز مورد استفاده قرار گیرد.

۲- ۲- ساخت نمونه آزمایش

ابتدا خرده‌های نمونه، آشغال زدایی شده و شسته می‌شوند و به مدت ۲۴ ساعت در محیط آفتابی خشک می‌گردند (مطابق شکل۱). ابعاد قالب ساخت

(الف) (ب)

شکل ۲. (الف) دستگاه پرس ساخت نمونه (ب) قالب پرس ساخت نمونه

Fig. 2. (a) Sample making press machine (b) Sample making press mold

نمونه ۴۰×۴۰×۱/۶ سانتیمتر بوده که مواد با نسبت ۸۸ درصد وزنی خرده چوب و ۱۲ درصد وزنی چسب با هم مخلوط شده و قالب‌ریزی می‌شوند. ابعاد خرده پوست پسته از حالت آرد تا ۴/۵ mm و ابعاد پوست گردو از حالت آرد تا ۴/۸ mm اندازه‌گیری شده است و در این محدوده متغیر می‌باشند. چسب از نوع اوره فرمالدئید می‌باشد [۱۷]. ۱۰ درصد وزن چسب آمونیوم کلرید[1] بعنوان هاردنر به آن اضافه می‌شود [۱۸]. قالب در دستگاه پرس مطابق شکل ۲ به مدت ۵ دقیقه و دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد و فشار kg/cm^2 ۲۰ قرار داده می‌شود. سپس نمونه آماده شده برای خشک شدن به مدت یک هفته در هوای آزاد و آفتابی قرار می‌گیرد (مطابق شکل ۳). نمونه نئوپان اول شامل خرده چوب معمولی است که بعنوان نمونه شاهد مورد استفاده قرار گرفته است. بخش چوبی نمونه دوم حاوی ۴۴ درصد وزنی خرده چوب میوه گردو و ۵۶ درصد وزنی آرد پوست چوبی میوه گردو (جهت پرکردن منافذ و استحکام بیشتر) می‌باشد. بخش چوبی نمونه سوم حاوی ۵۲ درصد آرد و خرده پوست چوبی پسته و ۴۸ درصد آرد و خرده پوست چوبی میوه گردو می‌باشد. اختلاط خرده پوست چوبی میوه و آرد پوسته چوبی میوه بصورت دستی صورت گرفت. لازم به ذکر است بعلت عدم وجود نمونه مشابه، اینکار ابتدا با درصدهای مختلفی انجام پذیرفت لکن این محدوده از لحاظ مقاومت شکلی نتیجه مناسب‌تری داشت. در اندازه‌های ترکیبی کمتر و بیشتر مشکلاتی همچون ترد شدن و شکنندگی زیاد یا کم‌اثر بودن ترکیبات کامپوزیت مشاهده شد.

1 NH_4Cl

آزمایشات صورت گرفته در این تحقیق شامل اندازه‌گیری چگالی، ارزش حرارتی (گرمای سوختن)، آزمایش مقاومت در برابر آتش‌گیری، آزمایش جذب رطوبت، آزمایش مقاومت خمشی، آزمایش هدایت حرارتی، آزمایش مقاومت الکتریکی، آزمایش صافی سطح پس از برش می‌باشد.

۳- نتایج و بحث

وزن سه نمونه آماده شده در حجم‌های ابعادی یکسان اندازه‌گیری شدند که چگالی نمونه شاهد، نمونه گردویی، و نمونه گردویی – پسته‌ای به ترتیب ۰/۳۷ g/cm^3، ۰/۷۴ g/cm^3 و ۰/۷۹ g/cm^3 کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد. گرچه سبکی ماده یک مزیت محسوب می‌شود اما الزاماً چگالی بالاتر نشانه منفی نیست. در کاربری‌های متداول نسبت استفاده عمودی از چوب (که نقش تحمل بار دارد)، بیشتر از حالت افقی است که اجسام فشرده‌تر تحمل بالاتری در برابر فشارهای وارده دارند [۱۹]. غالباً یکی از دلایل مقاومت بیشتر در برابر جذب رطوبت و حرارت نیز همین چگالی بالاتر است [۲۰].

۳- ۱- ارزش حرارتی (گرمای سوختن)

نمونه‌های آزمایشگاهی آماده شده با استفاده از کالری‌متر مورد بررسی قرار گرفتند تا میزان ارزش حرارتی آنها با هم مقایسه گردد. گرمای سوختن یا ارزش حرارتی یا ارزش گرمایی یک سوخت، مقدار گرمایی است که از سوختن کامل یک واحد جرم از آن سوخت در دما و فشاری خاص آزاد

شکل ۳ الف. نمونه آماده شده گردو

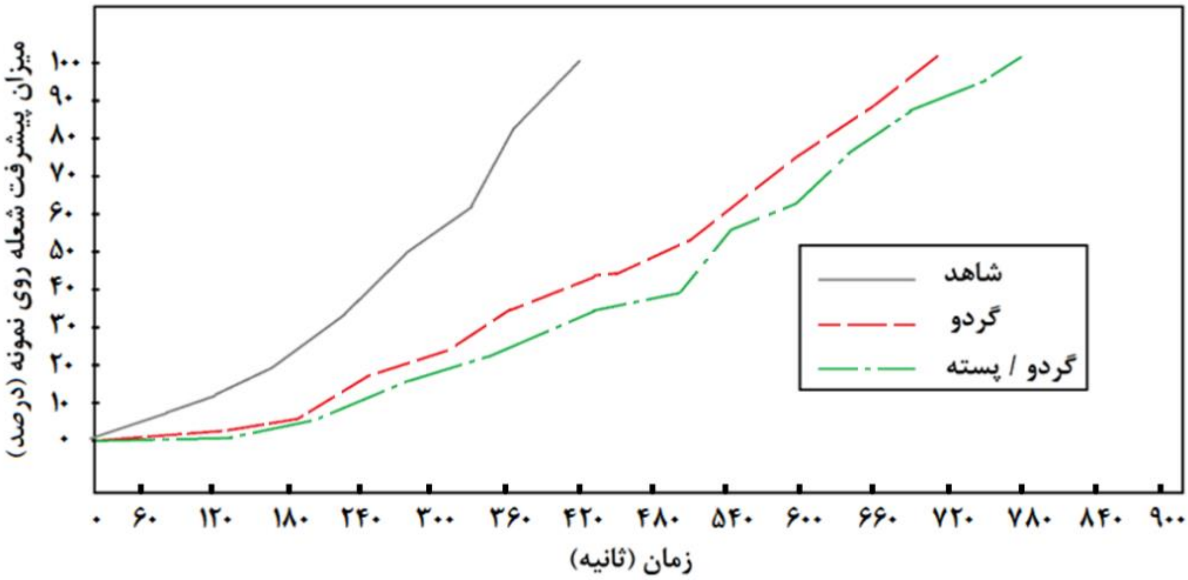
Fig. 3a. Prepared walnut sample

شکل ۳ ب. نمونه آماده شده پوست پسته – گردویی

Fig. 3b. Prepared sample of pistachio-walnut shell

شکل ۳ ج. نمونه آماده شده نئوپان معمولی

Fig. 3c. Prepared sample of normal chipboard



شکل ۴. مقایسه میزان سرعت آتش گیری نمونه‌های آزمایش

Fig. 4. Comparison of the ignition speed of the test samples

می‌گردد و واحد آن واحد انرژی بر واحد جرم می‌باشد. برای این آزمایش از بمب کالری‌متری مدل C۶۰۰۰ شرکت آیکا[1] آلمان استفاده شده است. پیش از آزمایش نمونه‌ها در کوره خشک شده و درصد رطوبت آنها به کمتر از ۲ درصد رسید.

با آزمایش صورت گرفته نتیجه گرمای سوختن نمونه‌های آزمایش به ترتیب برای نمونه شاهد، نمونه پوست سخت گردویی و نمونه پوست سخت میوه گردو–پسته برابر با ۱۸/۵ و ۱۷/۲ و ۱۶/۴ مگاژول بر کیلوگرم بوده است. که نشان می‌دهد استفاده از چوب میوه می‌تواند توان تولید حرارت و به تبع آن آتش‌گیری چوب را کاهش دهد.

۳– ۲– آزمایش مقاومت در برابر آتش‌گیری

اگر گرما و مدت آتش‌سوزی و میزان حضور اکسیژن هوا کافی باشد، رفتار چوب بدین گونه خواهد بود که در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد رطوبت خود را از دست داده و در دمای ۱۴۸ درجه ماهیتش تغییر می‌کند. همچنین با افزایش دما در ۱۵۰ درجه سانتیگراد گازهای قابل اشتعال از آن متصاعد می‌شود و حالت ذغالی در دمای ۲۳۰ درجه به خود خواهد گرفت و نهایتاً در دمای ۲۷۵ درجه نیز به سرعت تجزیه شده و در صورت تماس با شعله‌ای کوچک شروع به سوختن می‌کند. چوب‌ها بطور معمول در حرارت‌های بالاتر، خود به خود شعله‌ور می‌گردند. با بهره‌گیری از استاندارد ASTM – E۸۴ –۱۰ [۲۱] برای ویژگی‌های احتراق سطحی مصالح ساختمانی در استانداردهای آمریکایی، آزمایش در دمای شعله ۳۹۵ درجه سانتیگراد در شرایط آزمایشگاهی برای سه نمونه آماده سازی شده صورت گرفت و زمان آتش‌گیری و سرعت سوختن چوب در نمونه گردویی و همچنین گردو – پسته‌ای با استفاده از کرنومتر با نمونه نئوپان معمولی مقایسه شد. نمونه‌ها با توجه به عرض شعله، در ابعاد ۲۰ میلیمتر در ۲۰۰ میلیمتر و بصورت عمودی تحت آزمایش قرار گرفتند. روی نمونه‌ها هر ۲۰ میلیمتر (۱۰٪) علامت‌گذاری شد تا میزان پیشرفت سوختگی نمونه مشاهده و ثبت گردد.

آزمایش تحت شعله در آزمایشگاه صورت گرفت که دمای آن ۳۹۵ درجه سانتیگراد بوده است. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، مقایسه نتایج نمونه‌ها نشان می‌دهد، اختلاف زمان آتش‌گیری در نمونه‌های گردو و گردو/ پسته نسبت به نمونه شاهد قابل توجه بوده است. زمان سوختن کامل نمونه چوب گردو و چوب گردو/پسته نسبت به نمونه شاهد به ترتیب ۲۹۰ ثانیه و ۳۵۵ ثانیه بیشتر بوده است.

1 IKA

جدول ۱. تغییر ابعاد نمونه‌ها بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری

Table 1. Changes in the dimensions of the samples after 2 hours of immersion

	تغییرات طولی ٪	تغییرات عرضی ٪	تغییرات ضخامت ٪
نمونه نئوپان معمولی	۳/۲	۳/۴	۱/۶
نمونه نئوپان گردویی	۱/۵	۱/۴	۰/۷
نمونه نئوپان گردو/پسته‌ای	۱/۴	۱/۴	۰/۶

جدول ۲. تغییر وزنی نمونه‌ها بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری

Table 2. Weight change of the samples after 2 hours of immersion

	وزن نمونه خشک (gr)	وزن نمونه خیس (gr)	درصد افزایش (gr)
نمونه نئوپان معمولی	۱۴/۸	۱۷/۳	۱۶/۹
نمونه نئوپان گردویی	۲۹/۶	۳۱/۱	۵/۷
نمونه نئوپان گردو/پسته‌ای	۳۱/۶	۳۲/۳	۲/۲

جدول ۳. تغییر ابعاد نمونه‌ها بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری

Table 3. Changes in the dimensions of the samples after 24 hours of immersion

	تغییرات طولی ٪	تغییرات عرضی ٪	تغییرات ضخامت ٪
نمونه نئوپان معمولی	۶/۷	۷	۴/۶
نمونه نئوپان گردویی	۲/۹	۲/۷	۱/۱
نمونه نئوپان گردو/پسته‌ای	۲/۷	۲/۴	۱/۲

۳-۳- آزمایش جذب رطوبت

برای این آزمایش طبق استاندارد ASTM –D۴۴۲–۱۶ [۲۲] که به اندازه‌گیری میزان جذب رطوبت مستقیم چوب مربوط می‌شود، نمونه آزمایش در ظرف آب غوطه‌ور می‌شود و در دو بازه ۲ ساعته و ۲۴ ساعته تغیرات ابعادی و وزنی آن به دقت مورد اندازه‌گیری قرار گرفته و ثبت و مقایسه می‌گردد. برای این منظور سه قطعه (نمونه شاهد، نمونه گردو، و نمونه گردو – پسته) با طول و عرض ۵ cm و ارتفاع ۱/۶ cm آماده شد و مورد آزمایش قرار گرفت و نتایج ثبت شد. برای ثبت نتایج پس از بیرون آوردن قطعه از آب، سطح آن خشک شده و اندازه گیری‌ها با استفاده از ترازو با دقت ۰/۱ g و کولیس انجام می‌شود.

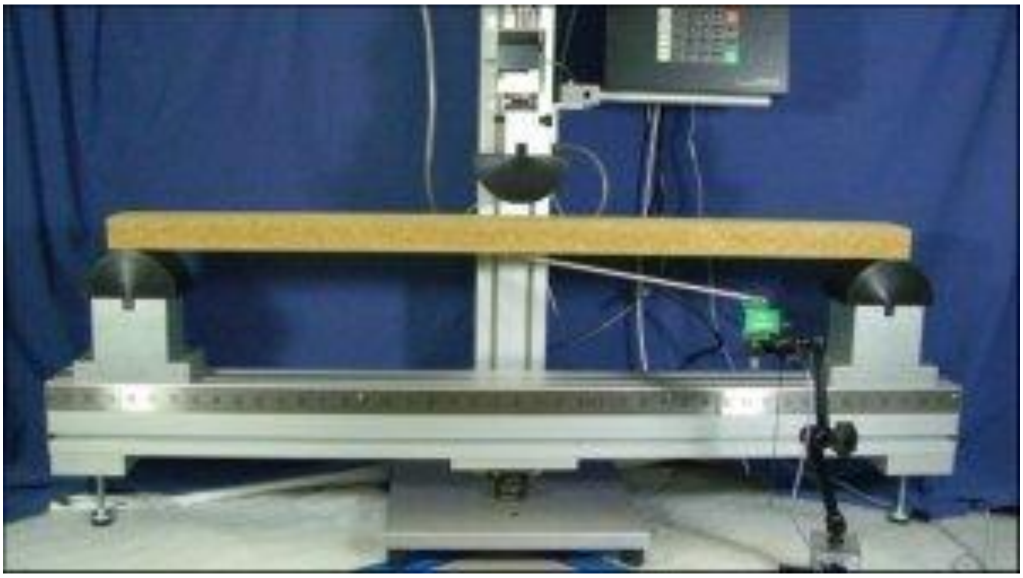
نتایج آزمایشگاهی برای میزان جذب آب در دو زمان ۲ ساعت و ۲۴ ساعت برای سه نمونه نشان داد که چوب‌های مرکب گردویی و همچنین گردو/ پسته‌ای جذب آب بسیار کمتری نسبت به نئوپان ساده دارند. میزان تغییرات ابعادی و وزنی بعد از ۲ ساعت غوطه وری طبق جدول ۱ و ۲، و بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری طبق جداول ۳ و ۴ برای نمونه‌ها نشان داده شده است.

نتایج نشان می‌دهد میزان جذب رطوبت در نمونه کامپوزیت گردو/ پسته کمترین مقدار را داشته و نسبت به نمونه شاهد، در برابر جذب رطوبت بسیار مقاوم‌تر است. کاهش جذب رطوبت برای نئوپان گردویی نیز قابل قبول است.

جدول ۴. تغییر وزنی نمونه‌ها بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری

Table 4. Weight change of the samples after 24 hours of immersion

	وزن نمونه خشک (gr)	وزن نمونه خیس (gr)	درصد افزایش (gr)
نمونه نئوپان معمولی	۱۴/۸	۱۹/۶	۳۲/۴
نمونه نئوپان گردویی	۲۹/۶	۳۲/۳	۹/۱
نمونه نئوپان گردو/پسته‌ای	۳۱/۶	۳۲/۷	۳/۵



شکل ۵. دستگاه اندازه گیری مقاومت خمشی چوب

Fig. 5. The device for measuring the bending strength of wood

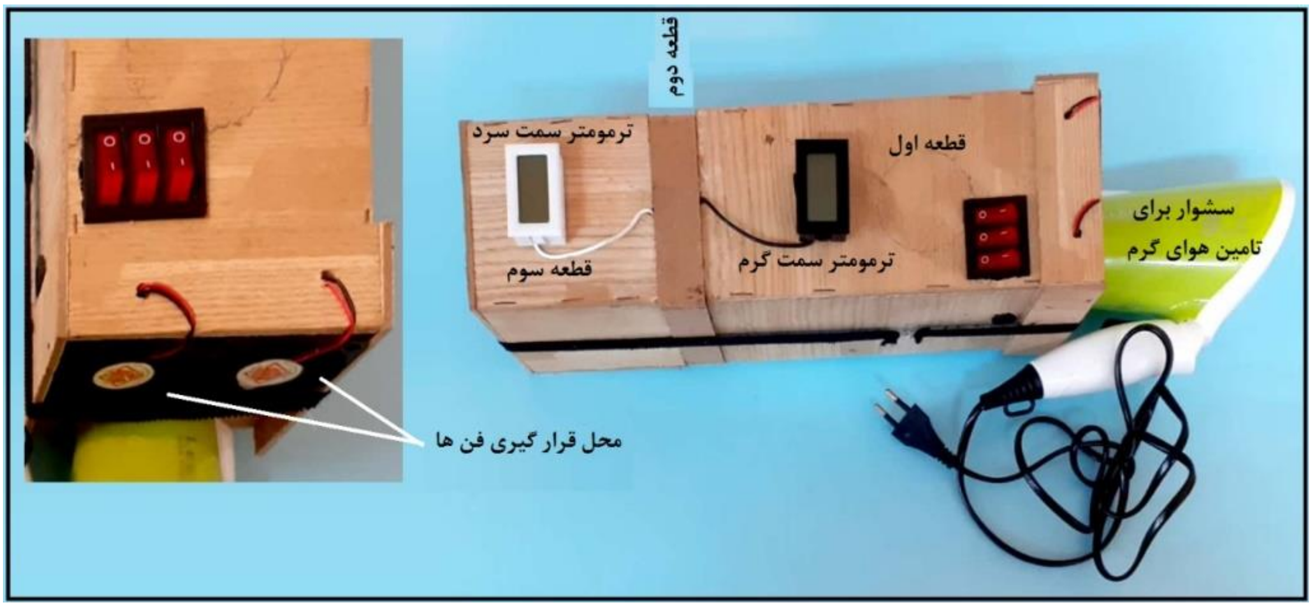
۳- ۴- آزمایش مقاومت خمشی

برای این آزمایش باید دقت کرد که چوب کاملاً سالم و فاقد ترک باشد. چوب در دستگاه آزمایش روی دو تکیه‌گاه قرار می‌گیرد و از وسط قطعه چوب و عمود بر جهت الیاف چوب مطابق شکل ۵ به آن نیرو وارد می‌شود. میزان تحمل نمونه آزمایش مورد بررسی قرار می‌گیرد. ابعاد نمونه‌ها برای این آزمایش طبق استاندارد ۷ cm × ۳۰ cm می‌باشد.

نتایج آزمایشات نشان داد که بعلت اینکه بافت نمونه گردو و نمونه گردو-پسته فاقد حالت الیافی بوده‌اند، در برابر نیروی خمشی مانند جسم ترد عمل کرده و شکننده هستند. آغاز شکست در نمونه شاهد در ۹/۷ kN آغاز شد و در ۱۱/۸ kN کاملاً گسست ایجاد گردید. اما نمونه گردو در kN ۷/۱ و نمونه گردو پسته در ۷/۵ kN به یکباره دچار شکست شدند و محل جدایش بجای ریش ریش شدن حالت خرده ریز از اصل نمونه جدا شدند. لذا مقاومت خمشی لازم در نمونه‌های گردو و همچنین گردو-پسته وجود نداشت.

۳- ۵- آزمایش هدایت حرارتی

چیدمان دستگاه آزمایش متشکل از سه قطعه به ابعاد مشخص شده در شکل ۱ است. قطعه شماره ۱ جهت ایجاد گرما از یک سشوار و جهت یکنواختی و خروج جریان هوای گرم و همچنین تعدیل دما از دو فن ثابت تشکیل شده است. قطعه میانی یا شماره ۲ یک قاب چوبی به ابعاد



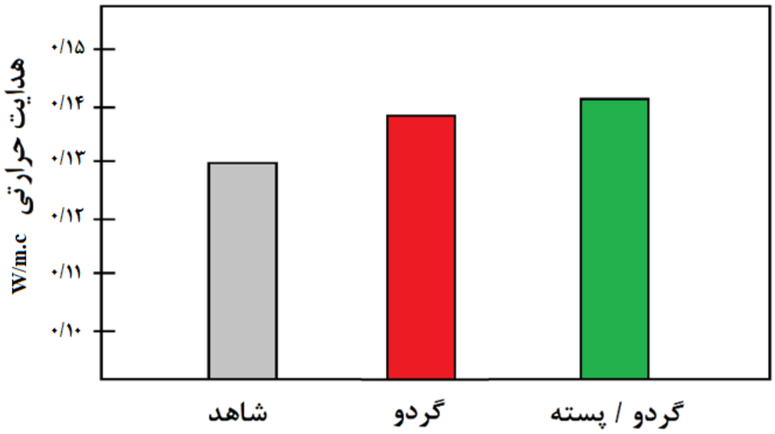
شکل ۶. اجزای چیدمان دستگاه آزمایش

Fig. 6. Components of the test Setup

$10\ \text{cm} \times 10\ \text{cm}$ است که نمونه آزمایش در این قالب قرار داده می‌شود و اطراف آن هوابندی خواهد شد. (مطابق شکل ۶). ضخامت نمونه آزمایش ۱۶ میلی متر می‌باشد. در دو سمت این قالب دو سنسور دمایی وجود دارد. که دمای سطح سمت نمونه را نشان می‌دهد. خطای این ترمومترها ۰/۱ درجه سانتیگراد می‌باشد. قطعه شماره ۳ محفظه‌های چوبی که از ۵ وجه مسدود است و جهت از بین بردن اثر تغییرات دمایی محیط روی سطح نمونه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای اندازه‌گیری حرارتی ابتدا نمونه‌ها را درون قطعه شماره ۲ در محل ثابت تعیین شده قرار می‌دهیم و دور تا دور آن را از سمت قطعه شماره ۳ با چسب آکواریوم درزبندی می‌کنیم. ترمومترهای دیجیتال را پس از کالیبراسیون اولیه در محل مناسب در دو سمت سطح نمونه قرار داده و سه قطعه چیدمان دستگاه آزمایش را به هم متصل می‌کنیم. کالیبراسیون ترمومترها با استفاده از آب یخ خالص و آب جوش خالص صورت گرفته است. در این مرحله سشوار که نقش دمنده/ گرم کننده هوا را دارد روشن شده و هوای گرم را به داخل محفظه و سطح نمونه می‌دمد. هوای ورودی از سوراخ‌های تعبیه شده در دو سمت قطعه ۱ خارج می‌شود. با روشن شدن هر دو فن ۱ و ۲ دبی هوای آزاد ورودی افزایش می‌یابد. پس از ثابت شدن شرایط دمای ترمومترها ثبت می‌شود تا مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. این آزمایش ابتدا روی یک نمونه آلومینیوم با ضریب هدایت حرارتی $211\ \text{W/m}^{\circ}\text{C}$ انجام گرفت تا میزان گرمای عبوری در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد بدست آید و برای نمونه‌هایی که ضریب هدایت آنها مجهول است مورد استفاده قرار گیرد.

در آزمایش اندازه‌گیری هدایت حرارتی دمای هوای گرم تا ۷۰ درجه سانتیگراد افزایش می‌یابد در این دما روند صعودی به حالت ثابت می‌رسد. پس از پایداری شرایط دمای ترمومترها در دو طرف نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و با محاسبه هدایت حرارتی با توجه به مساحت سطح $100\ \text{cm}^2$ و ضخامت $1/6\ \text{cm}$ در شار حرارتی ثابت که پیشتر اندازه‌گیری شده بود، میزان ضریب هدایت حرارتی بصورت شکل ۷ بدست آمد. با توجه به نمودار، هدایت حرارتی نمونه گردو/پسته بیشترین مقدار را داشته که احتمالاً بعلت تراکم بیشتر بوده است.



شکل ۷. مقایسه هدایت حرارتی نمونه‌های مورد آزمایش در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد

Fig. 7. Comparison of the thermal conductivity of the samples tested at 70 degrees Celsius

۳-۶- آزمایش مقاومت الکتریکی

نمونه آزمایش طبق استانداردهای IEC ۶۲۶۳۱-۳-۱ [۲۳] ، ASTM D۲۵۷ [۲۴] با ضخامت ۱۶ میلیمتر تحت عبور جریان الکتریکی در راستای ضخامت خود قرار می‌گیرد و میزان عبور جریان با استفاده از تکنیک چهار پروپ با دستگاه نانو آمپرمتر سنجیده می‌شود. ولتاژ صفر تا ۴۰ ولت و دامنه جریان ۱۰ نانو آمپر تا ۱۰۰ میلی آمپر و دامنه اندازه گیری ۱ تا ۶ اهم در نظر گرفته شده است. بعلت اینکه رطوبت مخصوصاً در محدوده مقادیر کم، تأثیر زیادی در کاهش مقاومت الکتریکی چوب دارد، پیش از آزمایش نمونه نئوپان‌ها در کوره خشک شده و رطوبت آن به کمتر از ۲ درصد خواهد رسید. لازم به ذکر است فشرده سازی که در فرایند ساخت نمونه نئوپان استفاده می‌شود، خواص دی الکتریک نمونه‌ها را نسبت به چوب معمولی افزایش می‌دهد.

مقاومت الکتریکی در هر نمونه، در چهار نقطه اندازه‌گیری شد و میانگین این چهار نقطه بعنوان نتیجه نهایی در نظر گرفته شد. نتایج، تغییر محسوسی بین نمونه‌ها را نشان نداد. میزان میانگین مقاومت الکتریکی برای نمونه شاهد، نمونه گردو، و نمونه گردو/پسته، به ترتیب ۸/۹ و ۹/۳ و ۹/۴ اهم بوده است که اختلاف قابل توجهی بین آنها دیده نمی‌شود.

۳-۷- آزمایش صافی سطح پس از برش

سطح نمونه‌های آزمایش پس از برش بصورت بصری مورد بررسی صافی سطح قرار می‌گیرد. همانطور که در شکل ۸ نشان داده شده است، با برش سطح نمونه‌ها مشاهده شد که نمونه‌های گردو و گردو/پسته به‌علت تکه‌ای بودن ذرات فشرده شده، برش سخت‌تر و لبه‌های ناصاف‌تری دارند و جدایش در هنگام برش همراه با پراکنده شدن تکه‌ای ذرات بوده که این امر جزو معایب این نمونه‌ها محسوب می‌شود. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات جداگانه روی پیش گرمایش مواد اولیه جهت نرم‌سازی ساختار مواد اولیه و سپس ساخت نمونه آزمایشگاهی صورت گیرد. همچنین با استفاده از روکش‌های لبه‌ای تفلون یا پرکننده‌های رزینی می‌توان صافی سطح نسبی برای لبه‌های برش شده چوب ایجاد نمود.

۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق با توجه به لزوم توسعه و جایگزینی چوب‌های مرکب بازیافتی و شناخت ویژگی‌های آنها، به بررسی خواص فیزیکی چوب مرکب با ساختار نئوپانی از خرده چوب گردو و همچنین خرده چوب گردو/پسته و مقایسه آنها با نئوپان معمولی پرداخته شده است. نتایج این تحقیق به صورت زیر می‌باشد.

۱) با آزمایش صورت گرفته نتیجه گرمای سوختن نمونه پوست سخت میوه گردو- پسته کمتر از نمونه پوست گردویی و گرمای سوختن آن‌ها کمتر از نمونه نئوپان معمولی بوده است.

۲) زمان آتش‌گیری نمونه چوب حاصل از پوست سخت میوه گردو/پسته و همچنین چوب سخت میوه گردو نسبت به نئوپان معمولی به ترتیب ۸۴٪ و ۶۹٪ بیشتر بوده است.

(الف)

(ب)

(ج)

شکل۸. لبه برش شده (الف) نئوپان ساده (ب) نئوپان چوب گردو (ج) نئوپان چوب گردو / پسته

Fig. 8. Cut edge (a) simple chipboard (b) walnut chipboard (c) walnut / pistachio chipboard

۳) نتایج نشان داد مقاومت چوب گردو/پسته و همچنین چوب گردو نسبت به نئوپان معمولی در برابر جذب رطوبت بالاتر بوده و تغییرات ساختاری کمتری نسبت به نئوپان معمولی دارند.

۴) نتایج نشان دهنده آن بود که نمونه گردو و نمونه گردو/پسته در برابر نیروی خمشی مانند جسم ترد عمل کرده و شکننده هستند که ممکن است با پیش گرمایش با بخار و نرم ساختن ساختاری چوب گردو و پسته تا حدی این مشکل رفع گردد.

۵) هدایت حرارتی نمونه گردو/پسته نسبت به نمونه گردو اندکی بیشتر است و هدایت حرارتی این دو نسبت به نئوپان معمولی کمی بالاتر است. لکن ساختار آنها به نحوی است که توسعه آتش در آنها با تأخیر بیشتری همراه است.

۶) اختلاف مشهودی نسبت به مقاومت الکتریکی بین نمونه‌ها مشاهده نشد.

۷) پس از برش عرضی نمونه و مشاهده بصری سطح برش، مشاهده شد محل برش در نمونه گردو/پسته و نمونه گردویی با جدایش تکه‌ای ناصاف‌تر از نمونه نئوپان معمولی هستند.

بطور کلی نئوپان‌ها و به تبع آن نمونه‌های ساخته شده، در واقع یک محیط متخلخل هستند و این تخلخل، آن‌ها را در برابر رطوبت و ضربه آسیب‌پذیر می‌سازد، لکن با توجه به اینکه این تحقیق عددی نبوده و ساختار کلی نئوپان را بطورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار داده است، بررسی اثر تخلخل در نتایج صرف نظر شده است. در پایان برای تحقیقات بعدی پیشنهاد می‌شود نمونه چوب سخت میوه گردو و پسته با قرار گرفتن در معرض بخار دما بالا نرم شود و سپس نمونه‌های آزمایش ساخته شود تا ساختار مقاومتری در برابر تنش‌های برشی و خمشی ایجاد گردد.

منابع

[1] N. Banaiyan, Estimating the energy of walnut waste and its recycling strategies, National Conference on Agricultural Waste and Waste Management, Tehran, Iran, (2010) 14-27, (in Persian).

[2] S.A. AhmadiNejad, A. Shokuh Saljughi, L. Malekpurzadeh, A.S. NaserAsadi, Evaluation of the effect of powder and aqueous extract of green walnut

environment, energy and clean industry,, Tehran, Iran., (2014) 32-39, (in Persian).

[10] E. Saremi, M. Amini, The place of horticultural products in rural development with emphasis on walnut product, , in: Sixth International Conference on New Ideas in Agriculture, Environment and Tourism, , Tehran, Iran, (2020) 51-60, (in Persian).

[11] Third issue of national building regulations, protection of buildings against fire Book. Department of Housing and Urban Development, Deputy of Engineering System and Building Execution. Office of National Building Regulations, (2001) 12-13, (in Persian).

[12] S. Ganjei, Investigation and evaluation of several systems in mass construction projects of residential buildings, Lightweight wooden frame house system. Building and Housing Research Center Book, (2010) 95-96, (in Persian).

[13] R. Peirovi-Minaee, Different applications of pistachio skin, Pistachio and Health Journal, 4(3) (2021) 1-6, (in Persian).

[14] M. Gholami, M. SalehAhmadi, M. A. Tavanaie, M. Khajeh, Mechanical Properties of Data Palm Fiber Reinforced Polymer Composites: A Review, Quarterly Journal of Besparesh, 7(1) (2017) 82-93, (in Persian).

[15] M.S. Ahmadi, M. Gholami, M.A. Tavanaie, M. Khajeh Mehrizi, Tensile and flexural properties of epoxy-date palm fiber composites, Journal of Science and Technology of Composites, 5(1) (2018) 69-78, (in Persian).

[16] S. Yousefzadeh, M. Kashfi, P. Kahhal, A. Ansari-asl, An Experimental Investigation on Tensile and Impact Properties of Bagasse/Polypropylene Natural Composite, Amirkabir Journal of Mechanical Engineering, 52(8) (2019) 2149-2160, (in Persian).

[17] S. Yousefi Lonbar, A. Talaei, M.H. Rezvani, Investigation of physical and mechanical performance of wood-based composites after laboratory accelerated aging, Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 9(1) (2018) 103-117, (in Persian).

[18] F.Eslah, A. A. Enayati, M. Faezipur, M. Tajvidi, skin, pomegranate peel and henna leaves on germination and eradication of Salmak weed and Kharshotor invasive plant, 8th National Conference on Applied Research in Agricultural Sciences Healthy food from farm to Tablecloth Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, (2020) 46-53, (in Persian).

[3] J. Ardukhanian, Sh. Mozafari, R. Golmoradi, Preparation of zinc ferrite / activated carbon nanocomposite made from walnut skin and its use as an adsorbent in removing violet crystal dye, Fourth National Conference on Applied Chemistry, Orumieh, Iran, (2019) 64-72, (in Persian).

[4] F. Asadi, A. Dargahi, A. Almasi, C. Ali Karami, A. Mohamadi, Efficiency of the processed walnut shell in removal of red reactive 2 dye from aqueous solutions, Journal of Environmental Science and Technology, 19(4) (2017) 237-245.

[5] E. Vazad, K. Rasulpur, A. Pursattar, Preparation and use of polymer acrylic acid intertwined polymer network; Polyvinyl alcohol filled with walnut skin as an adsorbent to remove lead from water, Fourth National Conference on Applied Chemistry, Orumieh, Iran, (2019) 44-56, (in Persian).

[6] J. Ardukhanian, Sh. Mozafari, R. Golmoradi, Preparation of zinc ferrite / activated carbon nanocomposite made from walnut skin and its use as an adsorbent in removing violet crystal dye, Fourth National Conference on Applied Chemistry, Orumieh, Iran, (2019) 82-96, (in Persian).

[7] M.A. Zazouli, Study on Performance of Walnut Shells Adsorbent in Nitrate Removal from the Aqueous Solutions, Environmental Health, 5(2) (2019) 144-153, (in Persian).

[8] E. Salehi, Production of granular activated carbon from walnut hard shell in full scale and comparing specifications with similar products, Farayandno, 12(57) (2017) 23-33, (in Persian).

[9] M. OstadHosseini, A. Ghazanfari, M. Mozafari, Preparation of charcoal from wood and pistachio wood powder by thermal decomposition method,, The first national conference and specialized exhibition of

Evaluation of the effect of increasing the mass density of the board and the amount of adhesive on the properties of particle board, Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 2(1) (2011) 103-113, (in Persian).

[19] M. Najafi, R. Eslami-Farsani, Introducing novel sandwich panels based on of cork/polyurethane foam hybrid core and composite grid structure for marine applications, Journal of Science and Technology of Composites, 7(3) (2020) 1064-1075, (in Persian).

[20] B. Koohbor, A. Kidane, Design optimization of continuously and discretely graded foam materials for efficient energy absorption, Materials & Design, 102 (2016) 151-161.

[21] ASTM E-84-10, the standard test method for assessing the surface burning characteristics of building products to explore how the material might contribute to flame spread in the event of a fire, (2014) 1-2.

[22] A. D4442-16:, Standard Test Methods for Direct Moisture Content Measurement of Wood and Wood-Based Materials, (2016) 6-12.

[23] IEC 62631-3-1, Test methods for the measurement of volume resistivity and surface resistivity of insulating materials, (2016), 5-8.

[24] ASTM D257, Surface and Volume Resistance / Resistivity Test Fixture Model 853, (2018) 2-3.

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

S. S. Hosseini, A. Shahrjerdi, Experimental Study of Thermal and Mechanical Properties of Wood Boards Processed with Hard Recycled Skin of Walnut and Pistachio, Amirkabir J. Mech Eng., 54(8) (2022) 1933-1944.

DOI: 10.22060/mej.2022.20716.7302