



University of Tehran

## Making flooring (Finish Floor) oriented cashing board of urban and garden pruning with urea formaldehyde adhesive

Mohammad Manafi Dastjerdi<sup>1</sup> | Abbas Rohani<sup>2\*</sup> |  
Hamid Zarea Hosseinabadi<sup>3</sup> | Mohammadali Ebrahimi Nik<sup>4</sup>

1. Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. Email: [mohammad.manafidastjerdi@mail.um.ac.ir](mailto:mohammad.manafidastjerdi@mail.um.ac.ir)

2. Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. Email: [arohani@um.ac.ir](mailto:arohani@um.ac.ir)

3. Department of Wood and Paper Science and Technology, College of Agriculture and Natural Resources, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: [hzareah@ut.ac.ir](mailto:hzareah@ut.ac.ir)

4. Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. Email: [ebrahimi-nik@um.ac.ir](mailto:ebrahimi-nik@um.ac.ir)

### ARTICLE INFO

**Article type:**  
Research Article

**Article History:**  
Received 24 May 2023  
Received 05 July 2023  
Accepted 18 July 2023  
Published online 14 September 2023

**Keywords:**  
*OSB,*  
*Surface wetting,*  
*Biomass,*  
*Abrasion resistance,*  
*Falling-ball indentation.*

### ABSTRACT

This study investigates the production of flooring from oriented strand board (OSB) made with urban and garden tree pruning waste, with the aim of reducing urban management costs and creating stable income. Two types of directional chipboard flooring were produced: "B," using 45% garden tree pruning and 55% urban tree pruning, and "T," using 100% garden tree pruning and urea formaldehyde resin. The study varied the percentage of resin in two levels (10% and 12%) and the percentage of cake moisture in two levels (12% and 14%). Several tests were conducted based on international flooring standards, including surface wettability, free fall impact resistance, surface hardness, concentrated loading, and abrasion resistance. The results showed that OSB type T flooring had less moisture absorption and shrinkage in the surface wettability test, while T-type OSB flooring had better surface hardness, wear resistance, and resistance to force in the concentrated load test at point 2 compared to other types. The study concludes that producing flooring with 100% garden tree pruning chips, 12% urea formaldehyde resin, and 14% cake moisture can yield the best results. Based on the results, it is possible to use all four types of finished flooring in humid climates and high-traffic environments such as industrial buildings, companies, and residences. It is suggested that the biodegraded pruning of trees be used in the production of other engineered boards to preserve forests as the source of oxygen and habitat for animal species.

**Cite this article:** Manafi Dastjerdi, M., Rohani, A., Zarea Hosseinabadi, H., Ebrahimi Nik, M. (2023). Manufacturing Oriented Strandboard (OSB) decorative flooring from Urban and horticultural tree Pruning residues along with UF resin as binder. *Journal of Forest and Wood Products*, 76 (2), 123-140. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwpp.2023.358589.1253>



© The Author(s) **Publisher:** University of Tehran Press.  
DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwpp.2023.358589.1253>



دانشگاه تهران

## نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب

سایت نشریه: <https://jfwp.ut.ac.ir>

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۳-۰۵۳۰

# ساخت کفپوش (Finish Floor) تخته تراشه جهت‌دار از بقایای هرس شهری و باغی با چسب اوره فرمالدئید

محمد منافعی دستجردی<sup>۱</sup> | عباس روحانی<sup>۲\*</sup> | حمید زارع حسین‌آبادی<sup>۳</sup> | محمدعلی ابراهیمی نیک<sup>۴</sup>

۱. گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. رایانامه: [mohammad.manafidastjerdi@mail.um.ac.ir](mailto:mohammad.manafidastjerdi@mail.um.ac.ir)

۲. گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. رایانامه: [arohani@um.ac.ir](mailto:arohani@um.ac.ir)

۳. گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: [ahzareah@ut.ac.ir](mailto:ahzareah@ut.ac.ir)

۴. گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. رایانامه: [ebrahimi-nik@um.ac.ir](mailto:ebrahimi-nik@um.ac.ir)

### اطلاعات مقاله

### چکیده

بازیافت پسماند هرس درختان، می‌تواند مقرون به صرفه، کاهش هزینه‌های مدیریت شهری و ایجاد درآمد پایدار شود. در این مطالعه، تولید کفپوش از تخته‌های OSB تولیدشده از هرس درختان شهری و باغی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، دو نوع کفپوش تخته تراشه جهت‌دار تولید شد که نوع B از ۵۵ درصد هرس درختان شهری و ۴۵ درصد هرس درختان باغی و نوع T از ۱۰۰ درصد هرس درختان باغی و رزین اوره فرمالدئید ساخته شد. میزان رطوبت کبک در دو سطح ۱۲ و ۱۴ درصد و میزان رزین در دو سطح ۱۰ و ۱۲ درصد در نظر گرفته شد. آزمون‌های ترشوندگی سطح، مقاومت به ضربه سقوط آزاد، سختی سطح، بارگذاری متمرکز و مقاومت به سایش بر اساس استانداردهای بین‌المللی انجام شد. نتایج نشان داد که نوع T در آزمون ترشوندگی سطح، مهارشده از جذب رطوبت و واکنشیدگی کمتری برخوردار بود. همچنین در آزمون ضربه سقوط آزاد، سختی سطح و سایش، نسبت به سایر نوع‌ها، عملکرد بهتری داشت. همچنین در آزمون بارگذاری متمرکز، نوع T در نقطه ۲ مقاومت بهتری نسبت به سایر گزینه‌ها از خود نشان داد. در نهایت، تولید کفپوش با ۱۰۰ درصد تراشه هرس درختان باغی، ۱۲ درصد رزین اوره فرمالدئید و ۱۴ درصد رطوبت کبک، بهترین نتیجه را به همراه داشت. بر اساس نتایج، این امکان وجود دارد که از هر چهار نوع کفپوش (Finish Floor) در شرایط مرطوب جوی و محیط‌هایی با تردد بالا مانند ساختمان‌های صنایع، شرکت‌ها و مسکونی استفاده کرد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی از زیست‌توده هرس درختان در تولید تخته‌های مهندسی‌شده دیگر استفاده گردد تا جنگل‌ها به‌عنوان منبع تأمین‌کننده اکسیژن و زیستگاه انواع گونه‌های جانوری، حفظ شود.

### نوع مقاله:

پژوهشی

### تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۲۳

### کلیدواژه:

OSB

ترشوندگی سطوح

زیست‌توده

سایش سطح

مقاومت به ضربه سقوط آزاد

**استناد:** منافعی دستجردی، محمد؛ روحانی، عباس؛ زارع حسین‌آبادی، حمید؛ و ابراهیمی نیک، محمدعلی (۱۴۰۲). ساخت کفپوش (Finish Floor) تخته تراشه جهت‌دار از بقایای هرس شهری و باغی با چسب اوره فرمالدئید. *نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب*، ۷۶ (۲)، ۱۴۰-۱۲۳.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwp.2023.358589.1253>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfwp.2023.358589.1253>



## ۱. مقدمه

امروزه در کشورهای پیشرفته، صنعت بازیافت به سرمایه‌گذاری پرسود و زودبازده تبدیل شده است. در دسترس بودن مواد اولیه (عمدتاً رایگان و یا قیمت بسیار پایین)، خطر سرمایه‌گذاری در این حوزه را پایین آورده است. تولید فرآورده‌های چوبی (به‌عنوان یکی از صنایع مادر و مولد) به‌ویژه در ایران، موارد مصرفی و صنایع وابسته بسیاری برای این محصول وجود دارد [۱].

بازیافت چوب و صنایع چوبی باعث کاهش صدمات محیط زیستی و صدمه به مراتب و جنگل‌ها می‌شود و به رونق اقتصادی و ایجاد اشتغال نیز کمک شایانی می‌کند. روزانه به‌طور متوسط چیزی در حدود ۱۵۰ تن زباله چوبی که در فصل هرس به‌مراتب عدد بزرگ‌تری است، از کلان‌شهرهای ایران جمع‌آوری شده که عملاً به‌همراه دیگر زباله‌های شهر سوزانده و یا دفن می‌شود که صدمات جبران‌ناپذیری را به طبیعت وارد می‌سازد [۲]. ابتدایی‌ترین مشکل مربوط به این امر، هزینه زیاد جمع‌آوری پسماند است؛ چراکه به دلیل پر حجم بودن این نوع پسماند، حمل آن به‌مراتب پرهزینه‌تر و زمان‌برتر از سایر پسماندها است [۳].

دلیل اصلی افزایش میزان زباله‌های چوبی، ناآگاهی عمومی نسبت به مسائل محیط زیستی است؛ عدم توجه به بازیافت پسماند چوبی نه‌تنها در میان عموم رایج است، بلکه سازمان‌ها و ارگان‌های مرتبط از جمله شهرداری‌ها و مدیران ارشد نیز از این موضوع غافل هستند [۴].

پسماند چوبی عموماً به سه دسته پسماند ساختمانی، پسماند باغی و فضای سبز شهری (هرس درختان) و پسماند حاصل از صنایع تولیدی پالت‌سازی و مبیل‌سازی تقسیم می‌شوند. پسماند باغی و فضای سبز شهری (هرس درختان)، شامل هرس حاصل از درختان و جمع‌آوری درختان تخریب‌شده و یا خشک‌شده می‌باشد که معمولاً قطرهای بین ۱۲ تا ۲۰ سانتی‌متر برای تولید زغال مورد استفاده قرار گرفته و قطرهای کمتر که بخش عظیمی از پسماند بوده، سوزانده یا دفن می‌گردند [۵] که در صورت سوزاندن باعث ایجاد آلودگی زیادی شده و در صورت دفن شدن در درازمدت صدمات جبران‌ناپذیری به محیط‌زیست وارد می‌کنند [۶].

تاکنون، در صنایع چوب، تحقیقات گسترده‌ای روی گونه‌های گیاهی مختلف به‌عنوان جایگزین چوب‌های جنگلی صورت گرفته است. Restagor و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از روش سطح پاسخ (RSM)، عوامل مؤثر بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته فیبرهای سخت مناسب برای کف‌پوش را بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که متغیر پرس، باعث افزایش خواص چسبندگی داخلی، مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی و کاهش واکنشیدگی ضخامت می‌شود. همچنین، آن‌ها تخته‌هایی با پرس ۸/۹ ثانیه بر میلی‌متر، مقدار پارافین ۰/۵ درصد و رزین ۹ درصد که در محدوده استاندارد ملی مقاومت‌های مکانیکی و فیزیکی را حفظ می‌کنند، به‌عنوان کف‌پوش بهینه معرفی کردند [۷]. در مطالعه‌ای که توسط Li و همکاران (۲۰۲۲) انجام شد، کامپوزیت‌های اسکریمر بامبو (BSCs) با استفاده از الیاف بامبو در دو شکل خشک (BSC-C) و بخار اشباع‌شده (BSC-T) و با استفاده از رزین فنل فرمالدئید<sup>۱</sup> برای تولید کف‌پوش مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقادیر شاخص مقاومت خمشی BSC-C و BSC-T با استاندارد ساختاری بامبو scrimber LY/T 3194-2020 مطابقت داشته است. همچنین، پایداری ابعادی BSC-T به‌خصوص برای استفاده در کاربردهای کف‌پوش در فضای باز، با استاندارد کف‌پوش بامبو اسکریمر GB/T 30364-2013 مطابقت داشته است [۸]. در بررسی Acuna و همکاران (۲۰۲۰) در ارزیابی و مدل‌سازی آزمون مقاومت به ضربه سقوط آزاد در کف‌پوش چوبی جامد و مهندسی شده از دو گونه اکالیپتوس، تنوع عمق تورفتگی (CV between 19.25-25.61%) را بسیار بیشتر از مقادیر به‌دست‌آمده برای ارتفاع سقوط گزارش کردند (CV between 6.72-7.91%). این نتایج نشان داد که چوب سریع رشد *Eucalyptus globulus* رفتار مشابهی با گونه‌های سنتی پهن‌برگ طبیعی *Quercus robur* که در کف‌پوش مهندسی در اروپا مورد استفاده قرار می‌گیرد، دارد [۹].

همان‌طور که بررسی نتایج محققان نشان داد می‌توان پسماندهای منابع طبیعی و کشاورزی را از جنبه‌های مختلفی از جمله فناوری تولید فرآورده‌های چوبی مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق از ترکیب دو نوع زیست‌توده، یعنی هرس درختان باغی و هرس درختان معابر شهری، برای ارتقای کیفیت پانل‌های تخته تراشۀ جهت‌دار و کف‌پوش استفاده شد. مواد اولیه در چرخه تولید

<sup>۱</sup>Phenol Formaldehyde (PF)

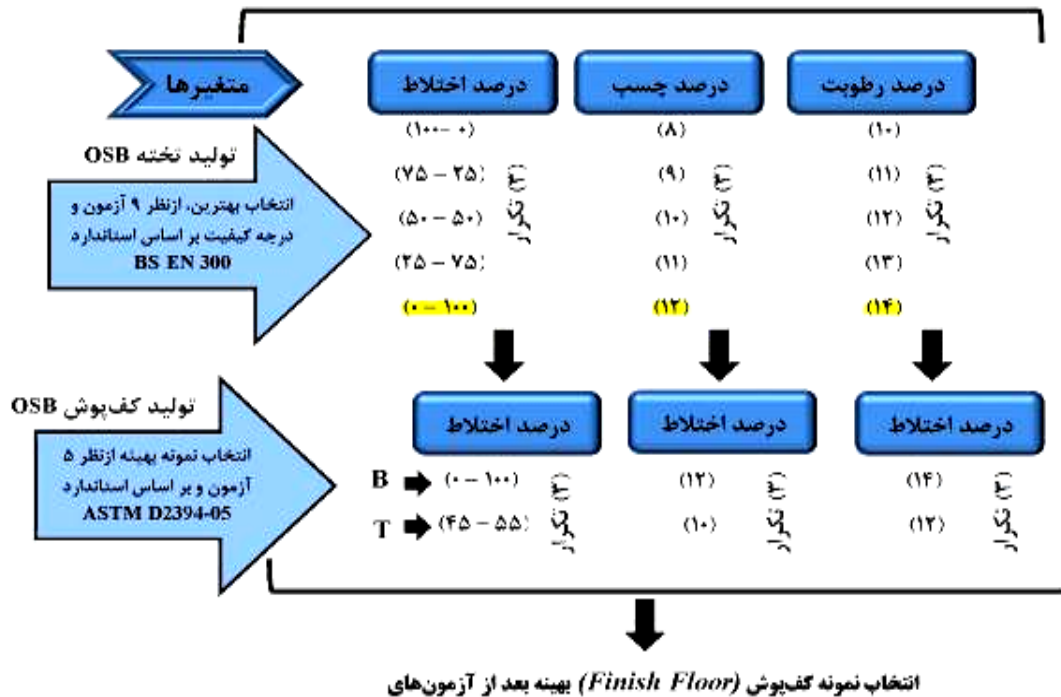
کاملاً پسماند بود و از چوب‌آلات جنگلی استفاده نشد. همچنین به دلیل قطر کم سرشاخه و چالش‌های مرتبط با آن تاکنون تحقیقی در زمینه ساخت پانل‌های تخته تراشه جهت‌دار از هرس درختان انجام نشده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تولید کفپوش (Finish Floor) از رزین اوره فرمالدئید و بقایای هرس درختان شهری و باغی به‌عنوان یک کفپوش OSB<sup>۱</sup> واقعی انجام شد.

## ۰۲ روش‌شناسی پژوهش

### ۲-۱. ساخت و بررسی خصوصیات کفپوش‌های OSB

این تحقیق در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول، با استفاده از اختلاط پنج سطح هرس درختان باغی (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) و پنج سطح هرس درختان شهری (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) به‌همراه رطوبت کیک (۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ درصد) و درصد چسب (۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ درصد)، تخته‌های OSB ساخته شدند و براساس خواص فیزیکی و مکانیکی ارزیابی شدند. در مرحله دوم، با استفاده از نرم‌افزار TOPSIS تیمار بهینه (نمونه T) و با استفاده از نرم‌افزار MATLAB نقطه بهینه (نمونه B) به‌عنوان نقاط بهینه تعیین شدند و سپس از دو نمونه انتخاب‌شده، کفپوش‌های OSB تولید شدند. در ادامه، با شبیه‌سازی شرایط نصب، کفپوش‌های OSB ارزیابی شدند. طرح کلی انجام آزمایش‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

نولید کفپوش نخته تراشه جهت‌دار از بقایای هرس درختان شهری و باغی و چسب اوره فرمالدئید



شکل ۱. مدل طرح آزمایش‌ها در این مطالعه

### ۲-۲. ساخت و بررسی خصوصیات تخته‌های OSB

فرآیند آماده‌سازی مواد اولیه برای تولید تخته OSB در این مطالعه در شکل ۲ ارائه شده است. در این تحقیق از هرس‌های درختان باغی که از باغات شهرستان کرج، شامل درختان هلو، شلیل و شفتالو و هرس شهری از هرس درختان معابر عمومی

<sup>۱</sup> Oriented strand board

شهرستان هشتگرد، شامل درختان توت، نارون و اقاچیا جمع‌آوری شده، استفاده شد. رزین اوره فرمالدئید (UF) به‌عنوان ماده پیونددهنده از شرکت چسب مشهد، ایران تهیه گردید. مشخصات رزین اوره فرمالدئید مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های رزین اوره فرمالدئید مورد استفاده در پژوهش حاضر

نوع رزین	چگالی (گرم بر سانتیمتر مکعب)	مواد جامد (درصد)	اسیدیته	ویسکوزیته (ثانیه)	زمان ژله‌ای شدن (ثانیه)
اوره فرمالدئید	۱/۲۹۱	۶۶/۱۲	۸/۵	۶۱	۴۵

میانگین قطر سرشاخه‌های استفاده شده در این تحقیق تقریباً ۵ سانتی‌متر بود. برای تبدیل هرس درختان به تراشه، از تراشه‌گیر دیسکی استفاده شد. ابعاد تراشه‌های مورد نیاز برای تولید تخته  $۱۰۰ \times ۲۰ \times ۱$  میلی‌متر بودند. به دلیل بالا بودن رطوبت تراشه‌ها، با استفاده از خشک‌کن سینی آزمایشگاهی، در دمای  $۱۰۳ \pm ۲$  درجه سانتی‌گراد تا رطوبت ۲ درصد خشک شدند.



شکل ۲. فرایند ساخت تخته تراشه جهت‌دار از بقایای هرس درختان

در ادامه با آماده شدن مواد اولیه، مقدار مناسبی از کلرید آمونیوم جامد و آب مقطر در رزین اوره فرمالدئید مخلوط گردید تا رزین را رقیق و به رطوبت MAT هدف برسد. در این تحقیق، پارافین و مواد افزودنی آب‌گریز دیگر استفاده نشد. برای چسب‌زنی تراشه‌ها از چسب‌زن استوانه‌ای دوار ۶۰ دور در دقیقه و پیستوله طرح ژاپنی PAS W400 استفاده شد. میزان درصد چسب براساس متغیرها (۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹ و ۸ درصد) براساس وزن خشک تراشه‌ها تعیین گردید. کیک تراشه‌ها به‌صورت دستی در قالب به‌اندازه  $۴۵۰ \times ۴۵۰$  میلی‌متر به شکل سه لایه (لایه وسطی عمود بر دو لایه بالا و پایین) تشکیل شده و برای تولید تخته با چگالی  $۸۵۰ \text{ kg/m}^3$  به مدت ۶ دقیقه در پرس هیدرولیک Burkle آلمان با فشار  $۱۴۵ \text{ kg/cm}^2$  و دمای  $۱۷۵$  درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. از تمام نمونه‌های ساخته‌شده، براساس الگو، نمونه‌های آزمونیه تهیه‌شده و جهت متعادل سازی رطوبت، به مدت دو هفته در اتاق مشروط‌سازی در دمای  $۲۰ \pm ۳$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی  $۶۵ \pm ۵$  درصد طبق استاندارد (ASTM D1037-13 2013) نگهداری شدند.

آزمون مقاومت خمشی محور اصلی (MOR<sub>major</sub>)<sup>۱</sup> و فرعی (MOR<sub>minor</sub>)<sup>۲</sup> و مدول الاستیسیته محور اصلی

<sup>۱</sup>Modulus of Rupture major direction

<sup>۲</sup>Modulus of Rupture minor direction

(MOE<sub>major</sub>)<sup>۱</sup> و فرعی (MOE<sub>minor</sub>)<sup>۲</sup> براساس استاندارد EN310 برای تمام تخته‌های OSB تولیدشده انجام شد. همچنین به ترتیب براساس استانداردهای EN319، EN322، EN323، EN317 و EN320 آزمون‌های چسبندگی داخلی خشک (IBd)<sup>۳</sup>، رطوبت تعادل، چگالی<sup>۴</sup>، جذب آب (WA)<sup>۵</sup>، واکشیدگی ضخامت (TS)<sup>۶</sup> و مقاومت نگهدار پیچ (SWR)<sup>۷</sup> برای تخته‌های OSB تولیدشده انجام شد.

## ۲-۳. ساخت و بررسی خصوصیات کفپوش OSB

در مرحله دوم، کفپوش تخته تراشه جهت‌دار (B) با استفاده از ۴۵ درصد هرس درختان باغی و ۵۵ درصد هرس درختان شهری و کفپوش تخته تراشه جهت‌دار (T) با استفاده از ۱۰۰ درصد هرس درختان باغی و رزین اوره فرمالدئید تولید شدند. به ترتیب میزان درصد رزین در دو سطح (۱۰ و ۱۲) و درصد رطوبت کیک در دو سطح (۱۲ و ۱۴) در نظر گرفته شد. برای تولید کفپوش OSB براساس متغیرهای دو نمونه تیمار و نقطه بهینه با رزین اوره فرمالدئید مطابق مرحله اول، اقدام به تولید تخته OSB گردید. ضخامت تخته‌های OSB تولیدشده، ۱۲ میلی‌متر بود همچنین ابعاد نمونه‌های تولیدی ۳۰۰×۳۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد. چگالی پانل ۰/۸۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب محاسبه گردید. عوامل متغیر تخته‌های OSB برای تولید کفپوش OSB نیز شامل درصد اختلاط مواد، درصد رزین و درصد رطوبت کیک بود. برای افزایش ضخامت کفپوش‌ها براساس استاندارد ASTM D2394-05 یک‌لایه چوبی (چوب سرو) به زیر تخته تراشه جهت‌دار چسبانده شد و ضخامت کفپوش به ۲۰ میلی‌متر افزایش یافت. در آزمون‌های مقاومت به ضربه سقوط آزاد و بارگذاری متمرکز از چهار پانل مربعی شکل در اندازه ۲۵/۵×۲۵/۵ سانتی‌متر استفاده شد. بدین منظور شیاری (کلیک)<sup>۸</sup> در لبه نمونه‌های کفپوش ایجاد شد که به صورت نر و ماده در یکدیگر قفل شدند. براساس استاندارد ASTM D2394-05 سطح تمام نمونه‌های تولیدی باید به یک‌لایه محافظ رطوبت و ضد خش پوشانده شوند. در نمونه‌های سایش از کاغذ ضد خش<sup>۹</sup> و در نمونه‌های دیگر از جلای آلکیدی براق<sup>۱۰</sup> استفاده شد [۱۰]. آزمون‌های مربوط به کفپوش (Finish Floor) و تعداد نمونه‌های موردنیاز به همراه اندازه نمونه‌ها در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. تعداد و اندازه نمونه‌ها آزمون‌ها برای ارزیابی فنی کفپوش (Finish Floor)

نوع آزمودن	اندازه نمونه (سانتی‌متر مربع)	تعداد نمونه در هر تکرار
آزمون بارگذاری	۲۵/۵×۲۵/۵	۴
آزمون سختی سطح	۵×۵	۱
آزمون مقاومت سقوط آزاد	۲۵/۵×۲۵/۵	۴
آزمون سایش سطح	۱۰×۱۰	۱
آزمون ترشوندگی سطوح	۲۵/۴×۲۵/۴	۲

<sup>۱</sup>Modulus of Elasticity major direction

<sup>۲</sup>Modulus of Elasticity minor direction

<sup>۳</sup>Dry Internal Bonding

<sup>۴</sup>Density

<sup>۵</sup>Water Absorption

<sup>۶</sup>Thickness swelling

<sup>۷</sup>Screw Withdrawal Resistant

<sup>۸</sup>CLICK

<sup>۹</sup>Overlay

<sup>۱۰</sup>Shiny Alkyd Polish

## ۲-۴. آزمون‌های کفپوش ساخته‌شده از OSB

### ۲-۴-۱. آزمون ترشوندگی سطوح<sup>۱</sup> کفپوش‌ها

آزمون ترشوندگی سطوح کفپوش OSB، با استفاده از دستگاه ترشوندگی سطوح مدل SAS2394 ساخت ایران و براساس استاندارد ASTM D2394-05، انجام شد. اثرات خیس شدن سطح در دو شرایط مهارشده و مهار نشده، ارزیابی شد. در آزمایش‌های مهارشده، نمونه‌ها در بلوک‌های افرا ثابت می‌شدند و در آزمایش‌های مهار نشده، نمونه‌ها مهار نمی‌شدند (شکل ۴). پارچه‌های کنفی مرطوب به مدت ۴۸ ساعت روی سطح هر نمونه (مهارشده و مهار نشده) در طول آزمون قرار داده شد. هر ۸ ساعت واکنش‌دهی در سطح کفپوش اندازه‌گیری شد. پس از ۴۸ ساعت، پارچه‌های کنفی برداشته شده و نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاهی به مدت یک هفته خشک شدند و دوباره کاهش واکنش‌دهی مرحله اول هر روز در ساعت معین اندازه‌گیری شد [۱۰].



شکل ۴. دستگاه ترشوندگی سطح، مدل SAS2394

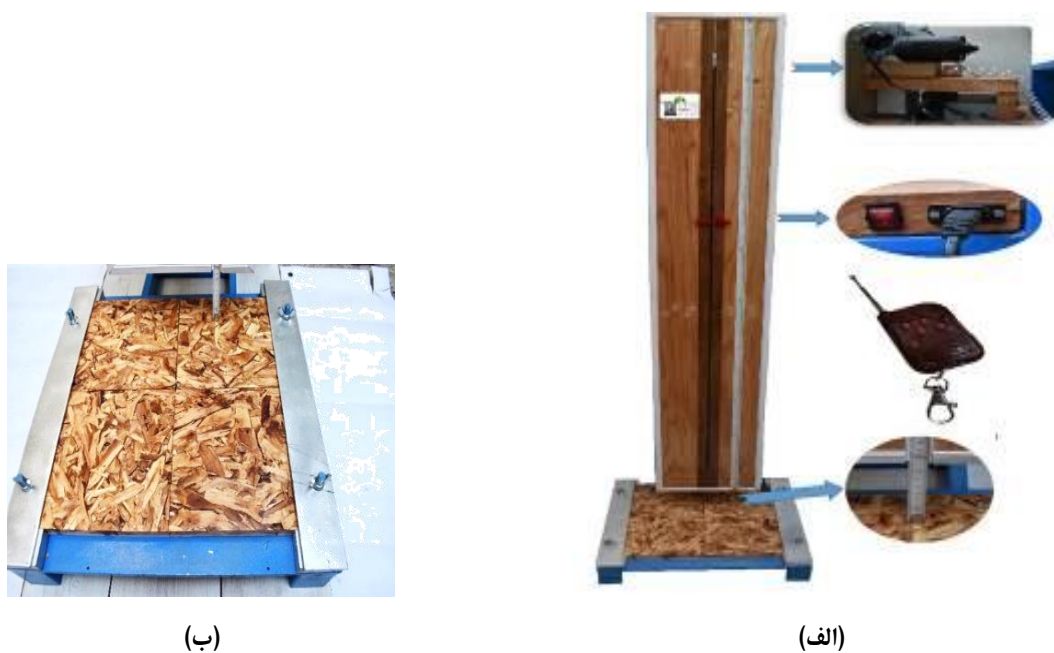
### ۲-۴-۲. آزمون مقاومت به ضربه سقوط آزاد<sup>۲</sup> کفپوش‌ها

در این آزمون، فرورفتگی نمونه‌های آزمایشی به دلیل سقوط آزاد وزنه مورد بررسی قرار گرفت. آزمون مقاومت به ضربه سقوط آزاد برای نمونه‌های کفپوش OSB، براساس استاندارد ASTM D2394-05، انجام شد. برای این آزمون، از دستگاه مدل FAS2394 به همراه توپ فولادی با قطر گوی ۵۱ میلی‌متر و وزن ۵۳۵ گرم استفاده شد. (شکل ۵). در این آزمون، در محدوده ارتفاع صفر تا ۱۸۰ سانتی‌متر، دوازده بار سقوط وزنه انجام گردید. اولین سقوط در ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری از سطح کفپوش رخ داد. در هر آزمون ضربه، وزنه را در یک مکان تازه و نامستعمل روی سطح نمونه و حداقل ۵۱ میلی‌متر فاصله از هر فرورفتگی قبلی صورت گرفت [۱۰].

<sup>۱</sup>Surface wetting

<sup>۲</sup>Falling-ball indentation





شکل ۵. دستگاه سقوط آزاد مدل FAS2394 (الف) و نحوه قرارگیری نمونه‌ها (ب)

#### ۲-۴-۳. آزمون سختی سطح<sup>۱</sup> کفپوش‌ها

نمونه‌های کفپوش OSB باید در معرض آسیب فرورفتگی ناشی از بار نقطه‌ای کوچک قرار گیرند تا معیاری از مقاومت در برابر بارگذاری‌های نواحی کوچک لبه‌های تیز مانند پاشنه کفش زنانه و آسیب فرورفتگی به دست آید. سختی نمونه‌های آزمون به روش جانکا<sup>۲</sup>، براساس استاندارد ASTM-D1037 انجام شد. آزمون‌های سختی توسط دستگاه آزمونگر جهانی Wolpert (D-6700) ساخت کشور آلمان صورت گرفت (شکل ۶). بار به‌طور مداوم در طول آزمایش با سرعت حرکت یکنواخت هد بارگذاری متحرک دستگاه آزمایش معادل ۵ میلی‌متر بر دقیقه اعمال شد. در این آزمون، حداکثر بار موردنیاز برای فرو بردن ساچمه تا نصف قطر آن به‌طور عمودی بر سطح کفپوش به‌عنوان معیار سختی بود [۱۱].



شکل ۶. دستگاه کشش/فشرده‌گی (D-6700) برای آزمون سختی سطح کفپوش‌ها

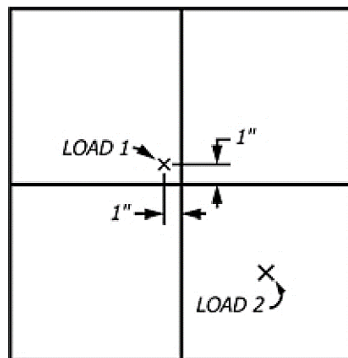
<sup>۱</sup>Floor surface indentation from small area loads

<sup>۲</sup>Janka

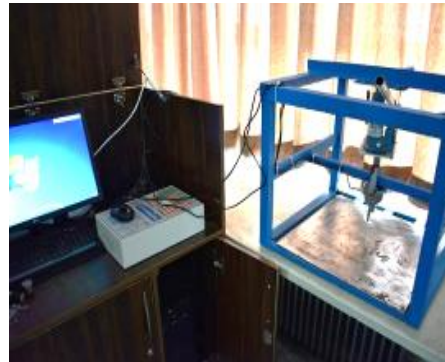


### ۲-۴-۴. آزمون بارگذاری متمرکز<sup>۱</sup> کفپوش OSB

آزمون بارگذاری متمرکز کفپوش OSB براساس استاندارد ASTM D2394-05 انجام گردید. کفپوش پایانی به شکل پارکت آماده گردید. در این حالت، نمونه باید حداقل شامل چهار پانل مربعی شکل باشد. در هر نمونه آزمایشگاهی دونقطه آزمون گردید که در شکل ۷ چگونگی تعیین هر یک از نقاط ارائه شده است. آزمون‌های بارگذاری متمرکز توسط دستگاه ساخته شده، انجام شد (شکل ۶). به مدت یک ساعت، حداقل ده اندازه‌گیری همزمان از بار و تغییر شکل در محدوده بار صفر و ۴/۴۵ کیلو نیوتن انجام گردید. سپس بار اعمالی برداشته شد تا تغییر شکل (بازگشت فرورفتگی)، اندازه‌گیری شود. هرگونه رفتار تغییر شکل (بازگشت فرورفتگی به حالت اول) در کفپوش به مدت یک ساعت هر ۱۰ دقیقه یک بار ثبت گردید [۱۰].



(ب)



(الف)

شکل ۷. دستگاه آزمون بارگذاری متمرکز کفپوش‌ها (الف) و شماتیک تعیین نقاط ۱ و ۲ (ب)

### ۲-۴-۵. آزمون سایش سطح<sup>۲</sup> کفپوش‌ها

مقاومت در برابر سایش و از بین رفتن کفپوش OSB در برابر ترددهای بسیار سنگین از جمله مواردی است که بایستی در ویژگی‌های مکانیکی کفپوش‌های صنعتی در نظر گرفته شود. آزمون سایش، نوع نیروی دورانی است که باید برای اندازه‌گیری مقاومت سایشی سطوح پوشیده از کفپوش اندازه‌گیری شود. دستگاه Taber Type Abrasion Tester عملکرد سایشی پای انسان را هنگام راه رفتن شبیه‌سازی می‌کند. آزمون براساس استاندارد ISO 7784-1 و استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۳۷۳-۱ انجام شد. شکل ۸ نشان‌دهنده قسمت‌های مختلف دستگاه آزمون سایش است [۱۲-۱۳].



شکل ۸. دستگاه آزمون سایشی میز چرخان

<sup>۱</sup>Concentrated loading

<sup>۲</sup>Abrasion resistance

### ۳. یافته‌های پژوهش و بحث

#### ۳-۱. تجزیه و تحلیل تخته تراشه‌های جهت‌دار

در جدول ۳ مقادیر خواص مکانیکی تخته تراشه جهت‌دار مورد استفاده برای ساخت کفپوش‌ها ارائه شده است. نتایج نشان داد که تخته‌های تولیدشده دارای خواص مقاومتی بالایی می‌باشند. کمترین مقدار MOR محور اصلی و فرعی تخته‌های OSB تولیدشده در تخته تراشه جهت‌دار T به ترتیب ۴۷/۹ و ۲۶/۲۷ مگا پاسکال به دست آمد که از ارقام درجه کیفیت ۴ استاندارد BS EN 300، به ترتیب ۷۱ درصد و ۷۵ درصد بیشتر بود. همچنین تخته تراشه جهت‌دار B کمترین مقدار MOE محور فرعی (۲۳۶۷/۴۴ مگا پاسکال) را در بین OSB‌های تولیدشده به دست آورد. که حدوداً ۱/۶ برابر مقدار درجه کیفیت ۴ استاندارد BS EN 300 بود.

بر اساس درجه کیفیت ۴ استاندارد BS EN 300 حداکثر مقدار درصد واکنشیدگی ضخامت ۱۲ درصد بیان شده است [۱۴]. که نتایج نشان داد تخته تراشه جهت‌دار T با بیشترین درصد واکنشیدگی ضخامت (۷/۹ درصد) در بین نمونه‌های آزمایش حدود ۳۶ درصد کمتر از مقدار استاندارد واکنشیدگی ضخامت داشته است. و مقدار  $IB_D$  در درجه کیفیت ۴ استاندارد BS EN 300 حداقل ۰/۴۵ مگا پاسکال بیان شده است [۱۴]. تخته تراشه جهت‌دار T با ۱/۱۷۲ مگا پاسکال کمترین مقدار  $IB_D$  را در بین نمونه‌های تولیدشده به دست آورد که این مقدار ۲/۶ برابر مقدار استاندارد است. تمام تخته‌های تولیدی از سختی بالای برخوردار بوده‌اند زیرا هیچ‌گونه ناپیوستگی بین تراشه‌ها (به دلیل عدم چسب خوردگی تراشه‌ها) وجود نداشته است.

بر اساس استاندارد BS EN 300، کیفیت تخته تراشه جهت‌دار تولیدشده از شرایط خوبی برخوردار بود و در درجه کیفیت ۴ قرار گرفتند [۱۴]. به طوری که می‌توان از آن‌ها در هر نوع شرایط آب‌وهوایی و کاربردی استفاده کرد؛ بنابراین مطابق پارامترهای جدول ۳ اقدام به تولید کفپوش OSB شد.

جدول ۳. خواص مکانیکی تخته تراشه جهت‌دار مورد استفاده برای ساخت کفپوش‌ها

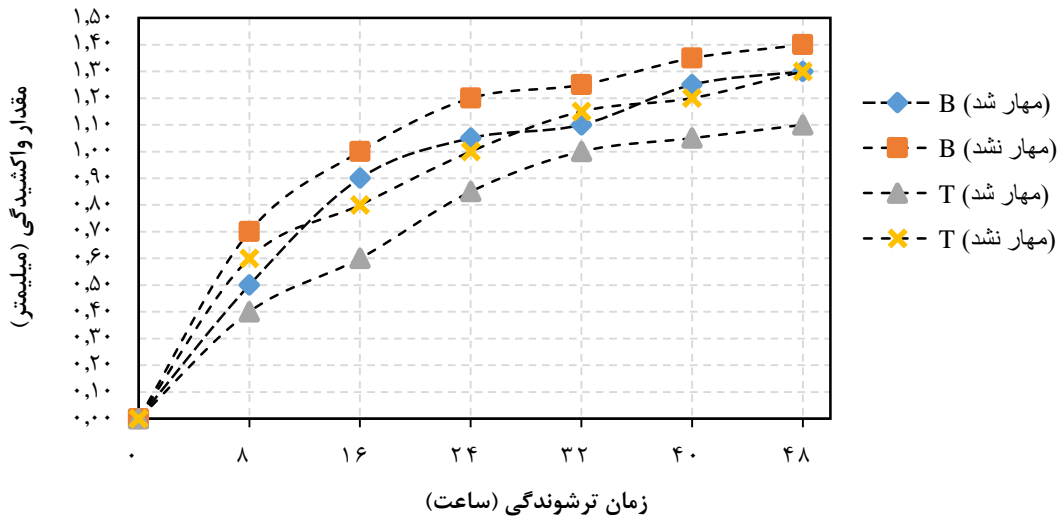
مقاومت نکه‌داری	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی
مقاومت نکه‌داری	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی
مقاومت نکه‌داری	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی
مقاومت نکه‌داری	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی	مقاومت خمشی	مقاومت کششی
کفپوش B	۲۳۹/۷	۲۸	۵	۱/۳۳	۲۳۶۷/۴۴	۸۷۴۲/۴۹	۲۰/۶۰	۴۴/۱۵	
کفپوش T	۱۷۸/۳۲	۳۷/۵۷	۷/۹	۱/۱۷۲	۲۵۵۴/۹۳	۷۸۵۶/۸۸	۱۹/۲۰	۴۱/۰۳	

#### ۳-۲. نتایج آزمون ترشوندگی سطح کفپوش‌ها

سطوح کفپوش ممکن است در طول عمر و طی فرآیند استفاده، خیس شوند. بنابراین باید ارزیابی مقاومت ترشوندگی آن انجام شود. نتایج آزمون واکنشیدگی کفپوش‌های OSB در دو حالت مهارشده و مهار نشده در شکل ۹ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تا ۸ ساعت اول، مقدار واکنشیدگی هر یک از چهار کفپوش OSB تحت تیمار با شیب نسبتاً زیادی افزایش یافته است و بعد از آن روند کند می‌شود. به طوری که بعد از حدود ۲۴ ساعت روند تغییرات واکنشیدگی کاهش می‌یابد. اما به ترتیب کفپوش T مهارشده و کفپوش B مهار نشده از کمترین و بیشترین مقدار واکنشیدگی در طول زمان آزمون برخوردار شدند. این مقدار اختلاف نشان‌دهنده تأثیرگذاری نوع و درصد مخلوط تراشه مورد استفاده در کفپوش است. نمونه کفپوش T مهارشده و کفپوش B مهار نشده به ترتیب (۱/۱ و ۱/۴ میلی‌متر) کمترین و بیشترین واکنشیدگی را داشته‌اند (شکل ۱۰).

شکل ۱۱ نمودار فرآیند خشک‌شدن کفپوش OSB و برگشت واکنشیدگی ایجادشده را نشان می‌دهد. همان‌طور که از نمودار مشخص است تمام نمونه‌ها تا روز ششم با شیب زیاد اقدام به دفع آب جذب‌شده و کاهش واکنشیدگی نموده‌اند که در نمونه‌های

مهار نشده این فرآیند با شیب زیادتری همراه بوده است. از روزهای هفتم و هشتم دفع رطوبت به یک ثبات رسیده و کاهش واکسیدگی با سرعت کمی صورت گرفته است. کفپوش T مهار نشده با ۴۶/۱۵ درصد و کفپوش B مهار شده با ۳۸/۴۶ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین تغییر و برگشت به حالت اولیه داشته‌اند (شکل ۱۲).



شکل ۹. نمودار ترشوندگی نمونه‌های کفپوش رزین اوره فرمالدئید

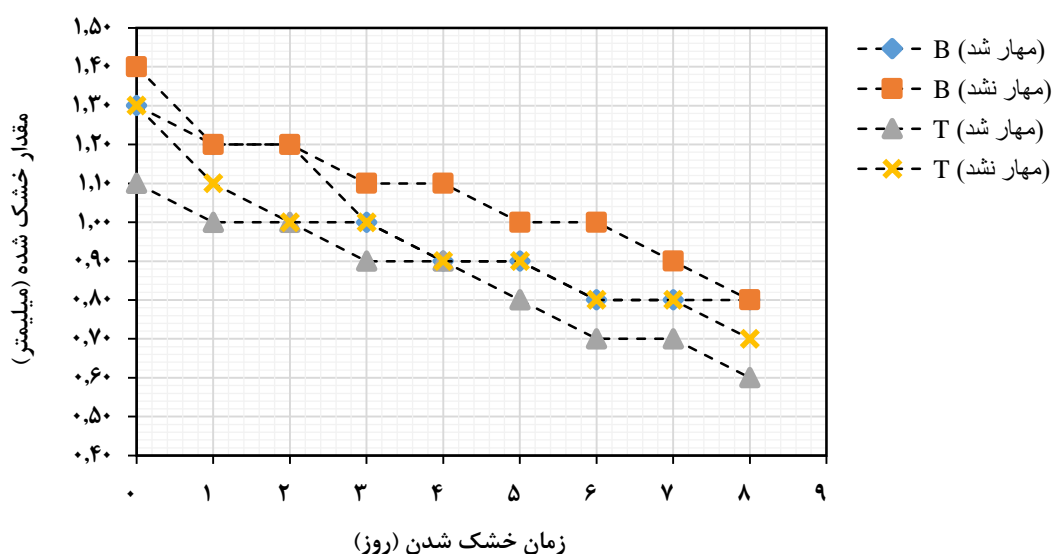


(ب)



(الف)

شکل ۱۰. نمونه‌ها با کمترین و بیشترین مقدار جذب رطوبت



شکل ۱۱. نمودار برگشت و اکسیدگی نمونه‌های کفپوش‌ها



(ب)



(الف)

شکل ۱۲. نمونه‌ها با بیشترین و کمترین مقدار برگشت و اکسیدگی

از دیدگاه درصد مواد اولیه (هرس درختان شهری و باغی) می‌توان گفت در هر دو نوع (مهار شده و مهار نشده) نمونه‌ای که دارای بیشترین مقدار درصد هرس درختان باغی است از جذب آب کمتر و در مقابل اکسیدگی کمتری برخوردار هستند. علاوه بر این، کفپوش‌های مهار نشده با درصد هرس باغی بیشتر، از کفپوش‌های مهار شده با درصد هرس باغی کمتر، اکسیدگی کمتری داشته‌اند. در فرآیند خشک شدن نیز همین امر صادق است و کفپوش‌های با درصد هرس باغی بیشتر، برگشت و اکسیدگی بیشتر از خود نشان داده‌اند.

نتایج پژوهشی که بر روی کفپوش‌های ساخته شده از چوب‌های محلی مصر (*Casuarina glauca*) انجام گرفت نشان داد که جذب رطوبت در آزمون ترشوندگی سطوح کفپوش‌ها *C. glauca* باعث ایجاد و اکسیدگی به اندازه  $0.38$  میلی‌متر شده که نسبت به واکسیدگی کفپوش‌های بلوط ( $0.15$  میلی‌متر) که به‌عنوان شاهد پژوهش بود دو برابر شد [۱۵].

### ۳-۳. نتایج آزمون سقوط آزاد کفپوش‌ها

در آزمون سقوط آزاد، نمونه‌ها تحت آزمایش فرورفتگی توپ در حال سقوط قرار گرفتند تا معیاری از مقاومت کفپوش نهایی در برابر ضربه‌های اجسام رها شده به‌دست آید. در شکل ۱۳، تأثیر سقوط وزنه از فاصله صفر تا  $180$  سانتی‌متر که  $12$  نقطه در هر

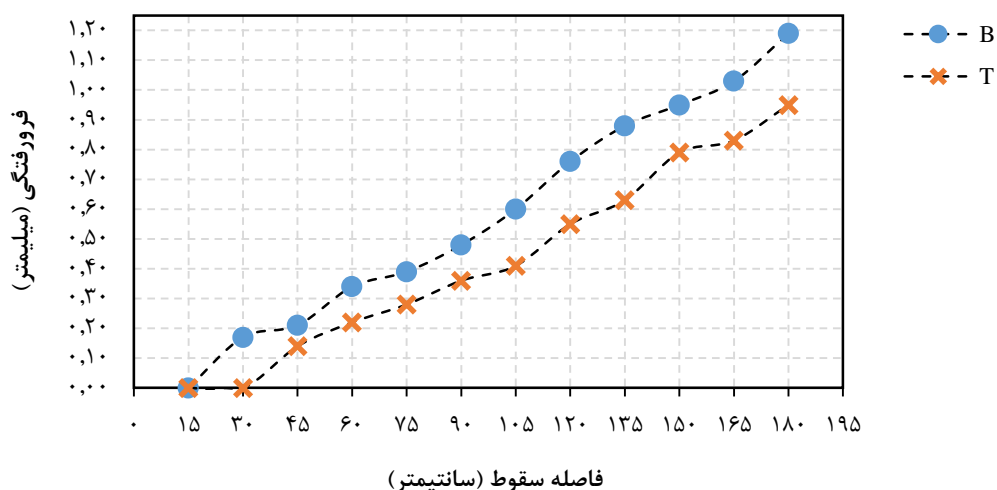
نمونه کفپوش است، ارائه شده است. همان طور که مشخص است نمونه کفپوش T نسبت به کفپوش های دیگر از سطح سالم تری (فرورفتگی کمتری) برخوردار بود. تمام کفپوش ها تا فاصله ۷۵ سانتی متر در برابر سقوط اجسام بدون خسارت و فرورفتگی هستند؛ بنابراین کفپوش های OSB از مقاومت خوبی در برابر سقوط اجسام از فاصله ۷۵ سانتی متری برخوردار بودند.



شکل ۱۳. تصاویر نمونه های کفپوش در آزمون سقوط آزاد

از نظر اختلاط مواد اولیه (نسبت تراشه هرس درختان)، کفپوش T نسبت به کفپوش های دیگر از مقاومت بیشتری (۰/۹۵ میلی متر) در برابر سقوط آزاد وزنه از حداکثر ارتفاع (۱۸۰ سانتی متر) از خود نشان داده است. در مقابل کفپوش B با درصد رزین زیادتر (۱۲ درصد) نسبت به دیگر کفپوش ها از خسارت و فرورفتگی بیشتر (۱/۱۹ میلی متر) برخوردار بود. اختلاف نتایج این دو کفپوش به درصد اختلاط تراشه های هرس درختان باغی و شهری برمی گردد که در کفپوش مقاوم ۱۰۰ درصد دارای تراشه هرس درختان باغی بود در مقابل کفپوش ضعیف تر ۴۵ درصد تراشه هرس درختان باغی را دارا است. بنابراین درصد تراشه هرس باغی تأثیر به سزایی در مقاومت کفپوش های تولیدی در برابر سقوط اجسام از ارتفاع دارد (شکل ۱۴).

در مطالعه ای که به مقایسه و عملکرد کفپوش های روکش (با ضخامت لایه بالایی ۰/۶ میلی متر) با کفپوش های MDF سنتی (با ضخامت لایه بالایی ۳ میلی متر) و کفپوش چوبی طبیعی صورت گرفت، نتایج مشابه بیان گردید. نتایج آن ها نشان داد که پاسخ کلی از نظر ارتفاع سقوط وزنه و عمق تورفتگی در کفپوش های چوبی مهندسی شده بهتر از کفپوش های چوبی طبیعی است و کفپوش های روکش (۰/۶ میلی متر) رفتار بهتری نسبت به کفپوش های چوبی مهندسی شده سنتی (۳ میلی متر) از خود نشان دادند که بیانگر این است که چوب های مهندسی شده برای ارزش گذاری در صنعت کفپوش چوبی مناسب هستند [۱۶].



شکل ۱۴. نتیجه آزمون سقوط برای دو نوع کفپوش تولیدی

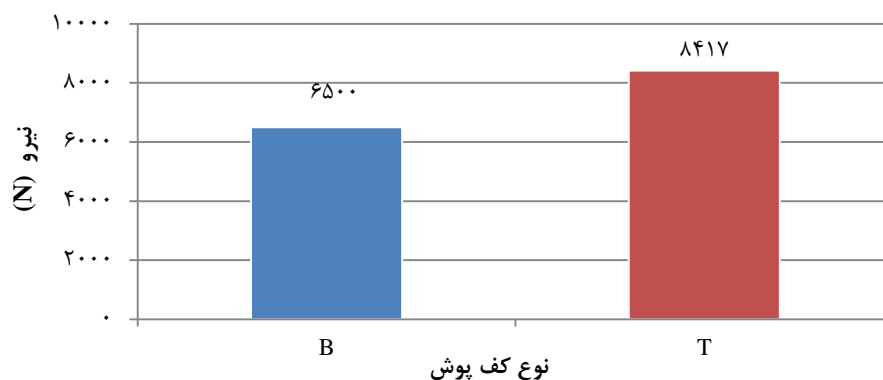


### ۳-۴. نتایج آزمون سختی سطح کفپوش‌ها

هدف از این ارزیابی، مقایسه و مشاهده آسیب‌های ناشی از بارگذاری نقطه‌ای بر روی کفپوش‌ها است. در شکل ۱۵ مقایسه دو نمونه کفپوش که با رزین اوره فرمالدئید ساخته شده، ارائه شده است. همان‌طور که از نمودار مشخص است، کفپوش T از سختی بیشتری برخوردار است. دلیل این امر استفاده ۱۰۰ درصدی از تراشه‌های هرس باغی در تولید این نوع کفپوش بود. درختان باغی دارای چوب با چگالی بالا هستند همین امر باعث افزایش سختی کفپوش‌های OSB ساخته شده از آن‌ها می‌گردد. در شکل ۱۶ تصاویر سه تکرار سطوح کفپوش‌ها بعد از اعمال نیرو، در آزمون سختی ارائه شده است. همان‌طور که از تصاویر مشخص است، بیشترین فرورفتگی ایجاد شده در تکرارهای کفپوش B که از درصد هرس شهری بیشتر تولید شده، مشاهده می‌شود.



شکل ۱۵. تصویر سطوح کفپوش بعد از اعمال نیرو در آزمون سختی سطح



شکل ۱۶. نتایج آزمون سختی سطح کفپوش‌های تولیدی

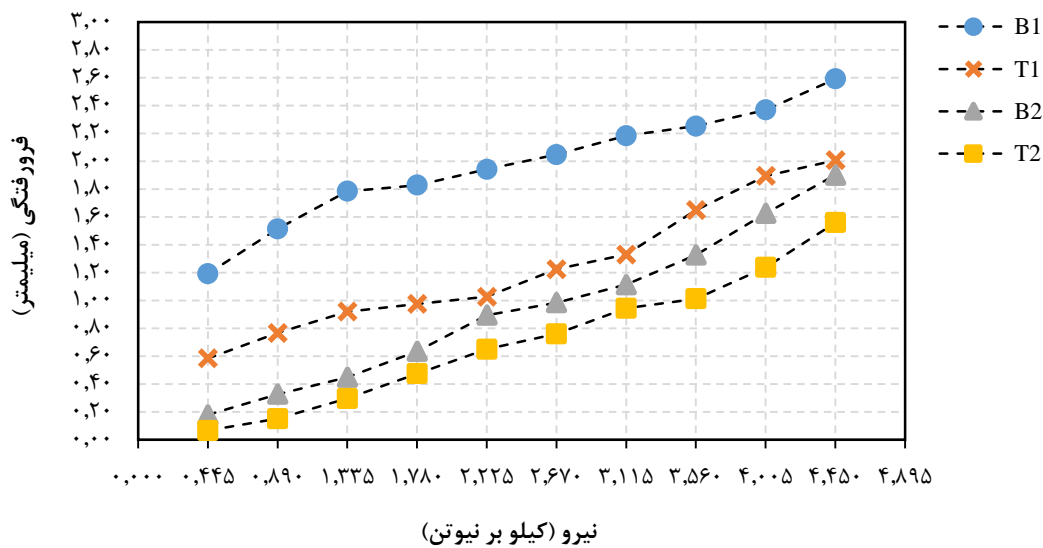
### ۳-۵. نتایج آزمون بارگذاری متمرکز کفپوش‌ها

نمونه‌ها باید تحت آزمایش بارگذاری نقطه متمرکز قرار گیرند تا معیاری از مقاومت کفپوش نهایی در برابر بارهای سنگین تولید شده توسط وسایل مبلمان مانند صندوقچه و پیانو به دست آید. نمودار اعمال بار در نقاط ۱ و ۲ در شکل ۱۷ نشان داده شده است. همان‌طور که از نمودار مشخص است تمام کفپوش‌ها به جز کفپوش B در نقطه ۱ تا اعمال نیروی ۲/۲۲۵ کیلو نیوتن با شیب کم باعث ایجاد فرورفتگی شده‌اند و از مقاومت خوبی در برابر اعمال نیرو برخوردار بوده‌اند. بیشترین و کمترین فرورفتگی بر اثر اعمال نیروی ۴/۴۵ کیلو نیوتن در هر دو به ترتیب در کفپوش B نقطه ۱ با ۲/۵۹۲ میلی‌متر در رزین اوره فرمالدئید و



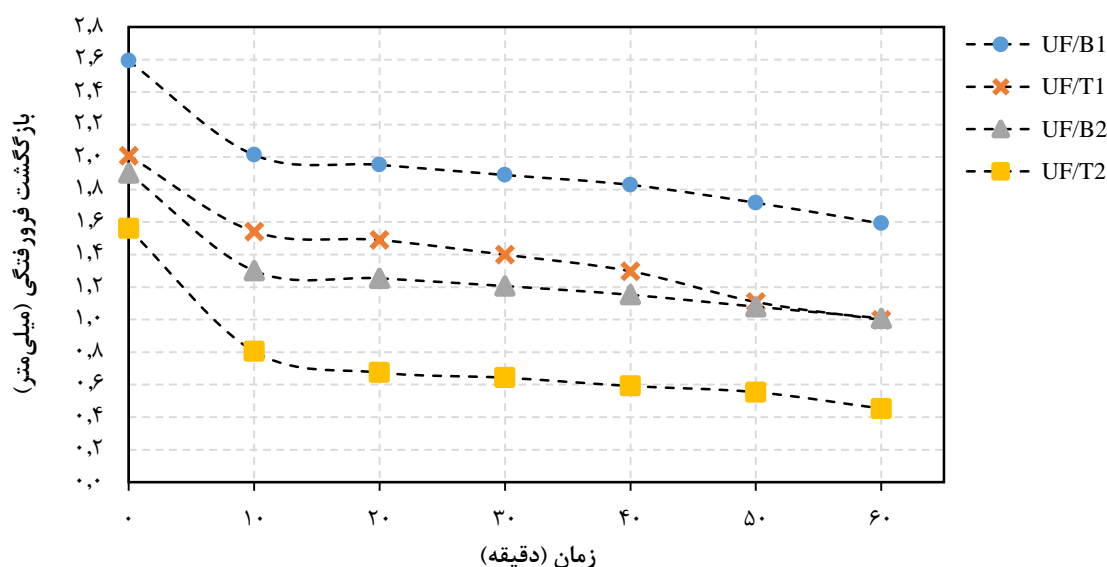
کف پوش T در نقطه ۲ با ۱/۵۶ میلی‌متر ایجاد شده است. با این تفاوت که در تمامی کف پوش‌ها فرورفتگی در نقطه ۲ نسبت به نقطه ۱ با ۲۵ درصد کاهش همراه است. دلیل این امر نزدیکی نقطه ۱ به لبه کف پوش (۵ سانتی‌متر از دو ضلع کاشی کف پوش) است. در مقابل نقطه ۲ مرکز هر یک از چهار کاشی کف پوش است که اصولاً کناره‌های کف پوش‌ها از مقاومت کمتری نسبت به مرکز کف پوش دارا برخوردار هستند.

از نظر درصد اختلاط مواد اولیه (هرس درختان)، درصد هرس درختان باغی تأثیر به‌سزایی در مقاومت کف پوش‌های تولید شده داشت. به‌طوری‌که با افزایش درصد هرس باغی مقاومت کف پوش‌ها در هر دو نقطه نیز افزایش پیدا کرده است. که این اختلاف در نقطه ۱ با ۲۴ درصد، بیشترین مقدار را دارا بود.



شکل ۱۷. نمودار اعمال نیرو و ایجاد فرورفتگی در آزمون بارگذاری متمرکز در نقاط ۱ و ۲

شکل ۱۸ نمودارهای برگشت فرورفتگی کف پوش‌های در دو نقطه ۱ و ۲ در آزمون بارگذاری متمرکز را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ۱۰ دقیقه اول آزمون بیشترین برگشت فرورفتگی در تمامی کف پوش‌ها ایجاد شده است. به‌طور میانگین برگشت فرورفتگی در نقطه ۱، ۴۱ درصد و در نقطه ۲، ۴۶ درصد در نمونه‌ها اتفاق افتاده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد برگشت فرورفتگی در نقطه ۲ از نقطه ۱ بیشتر است. بیشترین برگشت فرورفتگی در نقطه ۱ و ۲ در کف پوش T به ترتیب ۵۰/۲۹ درصد و ۷۰/۹۸ درصد به‌دست آمد.

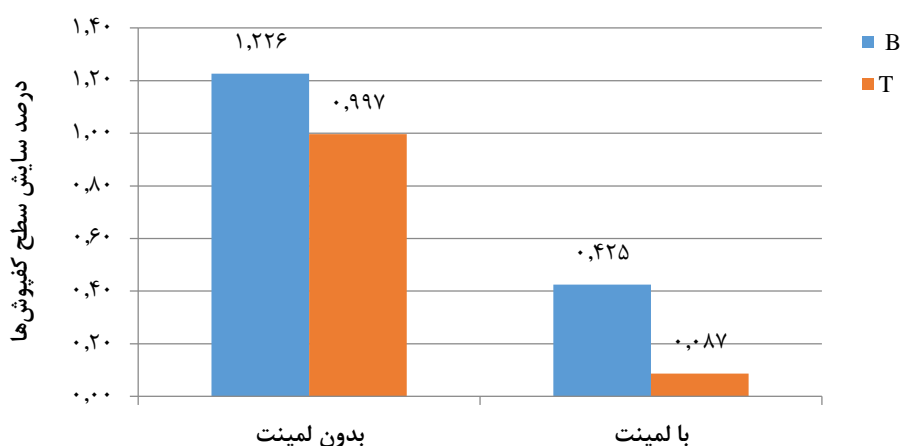


شکل ۱۸. نمودار برگشت فرورفتگی کفپوش‌ها در آزمون بارگذاری متمرکز در نقاط ۱ و ۲

در پژوهشی چهار نوع چوب، (*Bowdichia nitida benth*, *Dipteryx odorata*, *Wild mimosa scabrella benth* & *Tabebuia impetiginosa*) برای تولید کفپوش مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج آزمون بارگذاری متمرکز کفپوش‌ها در این پژوهش نشان داد که کفپوش‌های تولیدشده از چوب‌های *Cumaru* و *Ipê* با ۱۰۰ اجرا اعمال نیرو هیچ تغییری در سطح کفپوش‌ها ایجاد نکردید. دلیل آن، چگالی بالای چوب‌ها (۱/۰۹ و ۱/۰۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) بیان گردید که می‌تواند برای استفاده در مکان‌های ترافیک شدید مانند رستوران‌ها، مراکز خرید و بانک‌ها مورد استفاده قرار گیرند. میانگین مقادیر تورفتگی برای کفپوش‌های تولیدشده از چوب‌های *Sucupira* و *Amêndola* به ترتیب ۰/۰۱۶ و ۰/۰۲۴ میلی‌متر برای ۱۰۰ اجرا گزارش گردید [۱۷].

### ۳-۶. نتایج آزمون سایش سطح کفپوش‌ها

مقاومت سایشی یک کفپوش، ویژگی مهمی در ارزیابی استفاده از آن در مناطق پرتردد است. این ویژگی، مقاومت در برابر فرسایش و به عبارت دیگر، کیفیت و طول عمر کفپوش را در محیط‌های کاربری تعیین می‌کند. نتایج آزمون سایش کفپوش‌ها نشان دادند که نمونه‌های دارای لایه لمینت، نسبت به نمونه‌های بدون لمینت، از مقاومت سایش بیشتری برخوردار بودند. همچنین، با افزایش درصد مواد تشکیل‌دهنده کفپوش‌ها، مقاومت در برابر سایش نیز افزایش می‌یابد و رابطه مستقیمی بین درصد مواد تشکیل‌دهنده و مقاومت در برابر سایش وجود دارد. بدین معنی که هرچه درصد پسماند هرس باغی بیشتر باشد، مقاومت نمونه‌ها در برابر سایش نیز افزایش می‌یابد. این امر در کفپوش T بدون لمینت و با لمینت به ترتیب با ۰/۹۹۷ درصد و ۰/۸۷۳ درصد به وضوح در شکل ۱۹ مشاهده می‌شود. براساس نتایج حاصل، کفپوش بدون لمینت B و کفپوش با لمینت B به ترتیب با ۱/۲۲۶ درصد و ۰/۴۲۴ درصد بیشترین سایش را در بین کفپوش‌های دارا بوده‌اند (شکل ۱۹).



شکل ۱۹. نمودار درصد سایش سطح کفپوش‌ها بدون لمینت و با لمینت

در پژوهشی، به بررسی رفتار کفپوش‌ها از پنج گونه چوبی گرمسیری شامل *D.odorata* spp.، *Handroanthus* spp.، *H.Courbaril*، *A.lecoitei* (Muiracatiara) & *B.Virgilioides* (Sucupira-Specta) پرداخته شد. نتایج آن‌ها نشان داد که کفپوش‌های *A.lecoitei* بالاترین میانگین سایش (۰/۲۰۰ میلی‌متر) را دارد. کفپوش‌های *D.odorata* و *Handroanthus* spp. میانگین‌های آماری مشابهی را برای سایش ارائه دادند. کفپوش‌های *H.courbaril* و *B. virgilioides* کمترین میانگین سایش در ۵۰۰ دور چرخش سایش را داشته‌اند و در برابر سایش و پارگی مقاوم‌تر بودند [۱۸].

#### ۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج تمامی آزمون‌ها نشان داد که بین افزایش درصد تراشه‌های هرس درختان باغی و کیفیت کفپوش‌ها رابطه مستقیمی وجود دارد. با افزایش درصد تراشه‌های درختان باغی در مواد اولیه، کیفیت کفپوش‌ها بهبود یافت. در شاخص‌های ترشوندگی و واکنشیدگی کفپوش T، در هر دو حالت مهارشده و مهارنشده، کمترین جذب رطوبت و در نتیجه واکنشیدگی ضخامت کمتری مشاهده شد. کفپوش T در آزمون سختی و ضربه سقوط آزاد، بیشترین مقاومت را در برابر بار اعمالی داشت. در آزمون بارگذاری متمرکز، کفپوش B با ضعیف‌ترین نمونه‌ها ۲/۵۹۲ و ۱/۹۰۱ میلی‌متر در برابر اعمال نیرو مواجه شد. همچنین، فرورفتگی در نقطه ۲ نسبت به نقطه ۱، ۲۵ درصد کمتر بود. برگشت فرورفتگی در دو نقطه ۱ و ۲ به ترتیب به میزان ۴۱ درصد و ۴۶ درصد گزارش شد. در آزمون سایش، نمونه‌های کفپوش T با لمینت و بدون لمینت با کمترین مقدار سایش مواجه شدند (به ترتیب با میزان ۰/۰۸۷۳ درصد و ۰/۹۹۷ درصد)؛ بنابراین، با توجه به مقادیر شاخص‌های ارزیابی و پایداری ابعادی، پیشنهاد می‌شود کفپوش T برای استفاده در کاربردهای کفپوش (Finish Floor) مطابق با استاندارد ASTM D2394-05، به‌عنوان گزینه‌ای مناسب معرفی شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی از انواع رزین‌های با درصد‌های مختلف به‌همراه پسماندهای لیگنوسولولزی دیگر برای تولید کفپوش OSB استفاده شود تا جنگل‌ها به‌عنوان منبع تأمین‌کننده چوب، اکسیژن و زیستگاه انواع گونه‌های جانوری، حفظ شود. محیط‌زیست متعلق به همه نسل‌هاست. چه نعمت‌هایی که اگر تمام شوند، دیگر جایگزینی نخواهند داشت.

## ۵. منابع

- [1]. Azizi Mossello, A., Rezayati-Charani, P., & Mehri, F. (2022). Using Conocarpus erectus Tree pruning Residue for Paper product. *Journal of Environmental Science and Technology*, 23(11): 177-188. (In Persian).
- [2]. Mohammed Lu, A., Qalandari, A., & Ebadi, B. (2015). Investigating the use of lesions from trees and lesal lesions in the preparation of wooden panels. *National Conference on Wood and LigoSozelsey Products*. Holder of Gonbad Kavous University of Wood and Paper Science and Technology. Gorgan. May 17. pp. 1-8. (In Persian).
- [3]. Kargarfard, A., & Nourbakhsh, A. (2004). Use of waste from grape trees in the preparation of particleboard. *Journal of Iranian Wood and Paper Science Research*, 19(2): 159-174. (In Persian)
- [4]. Feizi, M., & Jalali, A. (2019). Optimal use of pruning and branches of trees. *The 4th International Conference on Applied Research in Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment*. Executive Officer of Conference Secretariat. February 28. Hamedan. pp: 1-13. (In Persian)
- [5]. Ramtin, A., Dadkhahi tehrani, B., & Dossthouseini, K. (2008). Investigation Of press Temperature And press Time On Physical And Mechanical Properties Of OSB Board Made of Aspen. *Journal of Iranian Wood and Paper Science Research*, 23(28): 74-82. (In Persian)
- [6]. Gilan Yarpur, N., Najafi, A., Spinley, R., & Cash, R. (1401). Wooden exploitation of residues from grape trees for use in the petroleum boards industry. *Journal of Iranian Forests*, 10(19): 164-170. (In Persian)
- [7]. Restagor, N., Akbari, S., & Humans, F. (2019). Investigating the factors affecting the physical and mechanical properties of hard fibers suitable for flooring with response level (RSM). *Journal of Forest and Wood Products*, 72(2): 170-159. (In Persian)
- [8]. Li, X., Li, L., Li, N., Bao, M., Bao, Y., Wu, Z., Wang, J., Rao, F., Chen, Y.. (2022). Sustainable production of engineered bamboo scrimber composites for construction and flooring applications. *Construction and Building Materials*, 347(12): 1-9.
- [9]. Acuña, L., Sepliarsky, F., Spavento, E., Martínez, R., & Balmori, J.-A. (2020). Modelling of Impact Falling Ball Test Response on Solid and Engineered Wood Flooring of Two Eucalyptus Species. *Journal Forests*, 11(9): 1-19.
- [10]. ASTM D2394-05. (2011). Standard Test Methods for Simulated Service Testing of Wood and Wood-Base Finish Flooring: 1-11.
- [11]. ASTM-D1037. (2012). Standard Test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials 1. <https://tajhizkala.ir/doc/ASTM/D1037-12.pdf>.
- [12]. ISO 7784-1. (2016). Paints and varnishes-determination of resistance to abrasion - Part 1: method with abrasive-paper covered wheels and rotating test specimen: pp. 1-20.
- [13]. National Standard of Iran No. 1-21373. (2016). Paintings and polished - Measurement of resistance to the third part (method of wheels covered with sandpaper and rotating test). *National Iranian Standard Organization*.
- [14]. BS EN300. (2006). Oriented Strand Boards (OSB) - Definitions, classification and specifications. *European Committee for Standardization*. National Members CEN. (In Persian)
- [15]. Almahallawi, T. (2018). Flooring systems from locally grown Casuarina wood: Performance evaluation based on simulated in-service testing. Master's Thesis, the American University in Cairo. *AUC Knowledge Fountain*: pp. 1-109.
- [16]. Sepliarsky, F., Acuña, L., Balmori, J.-A., Martínez, R., & Spavento, E. (2022). Modeling of Falling Ball Impact Test Response on Solid, Veneer, and Traditional Engineered Wood Floorings of Several Hardwoods. *Journal of Forests*, 13(2): 1-14.
- [17]. Oliveira, M., Silva, J., Hein, P., & Lima, J. (2019). Establishment of quality classes for hardwood floorings by simulated use. *Journal Cerne*, 25(1): 1-5.
- [18]. Costa, A., Oliveira, A., Pereira, B., Silva, J., Oliveira, M., & Xavier, C. (2021). Quality of tropical hardwood floors. *Journal Revista Árvore*, 5(3): 1-10.