

# بررسی تأثیر تراکم تار، تراکم پودی و نمره نخ خاب بر خصوصیات مکانیکی و تغییرات ساختاری فرش ماشینی

## Effect of warp density, weft Density, and count of pile yarn on mechanical properties and structural variations of face to face woven carpets

بهاره شهریاری<sup>۱</sup> و محسن شنبه<sup>۲</sup>

۱- مدیر کنترل کیفیت شرکت فرش شیخ صفی اصفهان

۲- عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، کدپستی ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱

### چکیده

فرش، نوعی منسوج است که از سه قسمت مجزا یعنی نخهای تار، پود و نخهای لایه سطحی (خاب) تشکیل شده است. نخهای تار و پود زمینه فرش را بوجود آورده و از طرفی سطح خارجی فرش را نخهای خاب عمود بر سطح زمینه تشکیل می دهند. در این تحقیق ارتباط پارامترهای ساختاری فرش ماشینی شامل نمره نخ خاب و تراکمهای تار و پودی با خصوصیات مکانیکی آن شامل برگشت پذیری در اثر بارگذاری دینامیکی و تغییرات ضخامت در اثر بارگذاری استاتیکی و در نهایت تغییرات جرمی نمونه در آزمایش شبیه سازی پاخوردگی مورد بررسی قرار گرفت. براین اساس نمونه های مختلف با استفاده از نخ خاب اکریلیک با نمره ۱۸ و ۳۳ سه لای متریک، تراکمهای تار ۱۲۰۰ و ۷۰۰ در متر و تراکمهای پودی ۲۵۵۰، ۳۰۰۰ و ۳۵۰۰ پود در متر بافته شد. نتایج حاصل از آزمایش بارگذاری دینامیکی نشان دهنده تأثیر پارامترهای مورد بررسی، بر روی میزان فشردگی نمونه ها در بارگذاری دینامیکی بود؛ به گونه ای که فشردگی نهایی نمونه ها بین ۴۰/۱۶ درصد و ۲۳/۹۷ درصد بود. در آزمون شبیه سازی پاخوردگی پایین ترین میزان تغییرات جرمی مربوط به نمونه تولید شده با بالاترین تراکم تار و پودی بود و در حالت های مشابه از نظر تراکم تار و پودی، کاهش جرم بیش تر مربوط به نمونه ها با ضخامت اولیه بیش تر و نمره نخ خاب ضخیم تر بود. در نهایت با استفاده از روش آنالیز واریانس تفاوت بین نتایج در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت.

### مقدمه

فرش ماشینی به کفپوشی با زمینه تار و پودی گفته می شود که نخهایی به عنوان نخ خاب از سطح آن به ارتفاع ۳ تا ۲۵ میلیمتر بالا آمده است. در این نوع کفپوش، نخهای خاب همزمان با بافت زمینه ایجاد می گردند [۱]. فرش ماشینی یک ساختار سه بعدی شامل نخهای تار، پود و نخهای پرکننده (خاب) است که برای مصارف خانگی مورد استفاده قرار می گیرد [۲ و ۳]. معمولاً در اثر نیروهای که به صورت دائمی یا تناوبی به فرش وارد می شود، خواص مکانیکی و ظاهری آن دچار تغییر و نزول می شوند [۴ و ۵].

### کلمات کلیدی

فرش ماشینی، بارگذاری استاتیکی و دینامیکی، آزمایش شبیه سازی پاخوردگی، برگشت پذیری، فشردگی

تحقیقات مختلفی در زمینه تأثیر پارامترهای تولید فرش ماشینی بر روی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی آن تاکنون انجام شده است [۱۰-۶]. سیما رحیم زاده و همکارانش به بررسی تأثیر فرآیند تثبیت حرارتی بر خواص فشار پذیری فرش ماشینی تحت بار استاتیکی پرداخته اند که تحقیقات ایشان نشان داده است تثبیت حرارتی موجب بهبود خواص فشار پذیری فرش ماشینی تحت بارگذاری استاتیکی می گردد [۶]. در سال ۱۳۹۳ سید محمود طباطبایی هنزایی به مطالعه و شناسایی پارامترهای مؤثر بر خواص مکانیکی و طول عمر فرش پرداخته است [۷].

جدول ۱. پارامترهای تولید نمونه های مختلف

کد نمونه	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶
شانه (تراکم عرضی)	۱۲۰۰	۷۰۰	(۷۰۰)۳۵۰	۷۰۰	(۷۰۰)۳۵۰	(۷۰۰)۳۵۰
تراکم پود	۳۶۰۰	۲۵۵۰	۲۵۵۰	۳۰۰۰	۳۵۰۰	۳۰۰۰
نمره نخ (متریک)	۳۳/۳	۱۸/۳	۱۸/۳	۳۳/۳	۳۳/۳	۳۳/۳
ضخامت اولیه میانگین (mm)	۸/۷۳	۱۰/۸۵	۱۱/۹۵	۸/۷	۸/۹۱	۸/۸۴
وزن واحد سطح (گرم بر مترمربع)	۳۴۷۲	۳۳۰۳	۳۷۱۹	۲۶۹۱	۳۳۳۶	۲۸۶۰

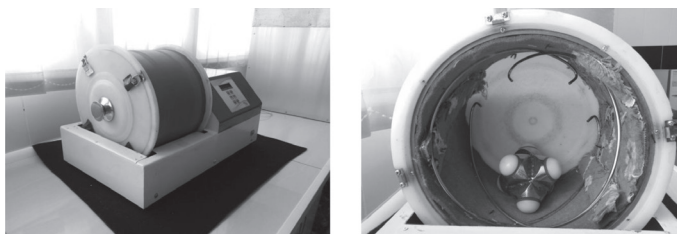
فسشارپذیری فرش ماشینی بود. در این پروژه نمونه نخهای خاب فرش ماشینی با نمره ۱۰/۵ متریک و ۲۵۰ تاب در متر از مخلوطهای متفاوت الیاف اکریلیک با ظرافت‌های ۷،۱۰ و ۱۵ دنیر در سیستم ریسندگی نیمه فاستونی تولید گردید. درصد مخلوط الیاف به گونه‌ای انتخاب گردید که ظرافت متوسط مخلوط و تعداد متوسط الیاف در سطح مقطع نخهای مخلوط مطابق با نمونه شاهد باشد. در ادامه از نخهای ذکر شده نمونه فرش های ماشینی پرز بریده در شرایط تراکم پرز ثابت و ارتفاع پرز مشخص تولید شد. سپس رفتار فشارپذیری نمونه فرشها تحت تنش فشاری ثابت اندازه‌گیری و مطالعه گردید پارامترهای فشارپذیری شامل انرژی فشردگی انرژی برگشت پذیری خاصیت ارتجاعی انرژی پسماند فاکتور فشارپذیری و درصد فشردگی شدن غیرقابل بازگشت محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مشاهده شد که پارامترهای انرژی فشردگی انرژی برگشت پذیری خاصیت ارتجاعی فاکتور فشارپذیری و درصد فشردگی شدن غیرقابل بازگشت روندی فزایشی و سپس کاهش را نشان می‌دهند ولی پارامتر انرژی پسماند یک روند نامنظم دارد [۱۲]. منصور دیاری بیدگلی در سال ۱۳۸۷ به تحلیل رفتار فشارپذیری پرز

سحر جعفری و همکارانش رویکرد تحلیلی بر رفتار فرش ماشینی در اثر بارهای استاتیکی داشته‌اند که در نهایت برای این تحلیل نیاز به حل رابطه‌ای بین زمان، طول عمر و نیرو برای توصیف رفتار فرش پس از فشرده‌سازی بود [۱۸]. بررسی تأثیر UV بر روی رفتار برگشت پذیری فرش ماشینی تحت بار استاتیکی بوسیله جعفری و همکارانش نشان داده است که تابش اشعه بر روی کفیوش موجب افزایش قابل توجهی در کاهش ضخامت آن تحت بار استاتیکی می‌شود [۹]. زهرا سید مرتضی حسینی و همکارانش طی مطالعه‌ای به بررسی عوامل تأثیرگذار بر پرزدهی فرش ماشینی پرداخته‌اند، بررسی‌ها نشان داد که حدود ۸ درصد الیاف نخ در فرش به صورت شناور هستند و در این میان استحکام الیاف تیره کمتر از الیاف روشن می‌باشد و فرش‌های زمینه روشن پرزدهی کمتری دارند و همچنین اضافه کردن آب و روغن به الیاف و تثبیت حرارتی تأثیر به‌سزایی بر روی کاهش پرزدهی الیاف در فرش ماشینی دارد [۱۱]. در سال ۱۳۸۷ شیخی و شیخ زاده به بررسی تأثیر نسبت مخلوط الیاف اکریلیک بر خواص فشار پذیری فرش ماشینی پرداخته‌اند، هدف از انجام این پروژه بررسی تأثیر درصد الیاف اکریلیک با ظرافت‌های مختلف در نخ خاب بر

جدول ۲. خواص مکانیکی و فیزیکی نخ‌های خاب، تار و پود مورد استفاده در بافت نمونه‌ها

کد نمونه	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶
شانه (تراکم عرضی)	۱۲۰۰	۷۰۰	(۷۰۰)۳۵۰	۷۰۰	(۷۰۰)۳۵۰	(۷۰۰)۳۵۰
تراکم پود	۳۶۰۰	۲۵۵۰	۲۵۵۰	۳۰۰۰	۳۵۰۰	۳۰۰۰
نمره نخ (متریک)	۳۳/۳	۱۸/۳	۱۸/۳	۳۳/۳	۳۳/۳	۳۳/۳
ضخامت اولیه میانگین (mm)	۸/۷۳	۱۰/۸۵	۱۱/۹۵	۸/۷	۸/۹۱	۸/۸۴
وزن واحد سطح (گرم بر مترمربع)	۳۴۷۲	۳۳۰۳	۳۷۱۹	۲۶۹۱	۳۳۳۶	۲۸۶۰
شانه (تراکم عرضی)	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰	۱۲۰۰
تراکم پود	۳۶۰۰	۳۶۰۰	۳۶۰۰	۳۶۰۰	۳۶۰۰	۳۶۰۰
نمره نخ (متریک)	۳۳/۳	۳۳/۳	۳۳/۳	۳۳/۳	۳۳/۳	۳۳/۳
ضخامت اولیه میانگین (mm)	۸/۷۳	۸/۷۳	۸/۷۳	۸/۷۳	۸/۷۳	۸/۷۳
وزن واحد سطح (گرم بر مترمربع)	۳۴۷۲	۳۴۷۲	۳۴۷۲	۳۴۷۲	۳۴۷۲	۳۴۷۲
وزن واحد سطح (گرم بر مترمربع)	۳۴۷۲	۳۴۷۲	۳۴۷۲	۳۴۷۲	۳۴۷۲	۳۴۷۲
وزن واحد سطح (گرم بر مترمربع)	۳۴۷۲	۳۴۷۲	۳۴۷۲	۳۴۷۲	۳۴۷۲	۳۴۷۲

\* اعداد داخل پرانتز ضریب تغییرات است.



شکل ۱. نمای کلی دستگاه آزمون شبیه‌سازی پاخوردگی (هگزپاد)

در نخهای پرز است. در این تحقیق اندازه‌گیری کاهش میزان ضخامت فرش ماشینی تحت بارگذاری دینامیکی و آماده‌سازی نمونه‌ها مطابق با استاندارد ملی ۸۹۰ (برابر با ایزو ۲۰۹۴) انجام شد [۱۵]. ابعاد نمونه مورد آزمایش ۱۲۵×۱۲۵ میلی‌متر و پس از اندازه‌گیری ضخامت اولیه هر نمونه، ضخامت آن پس از ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بارگذاری اندازه‌گیری شد و محاسبات مربوطه صورت گرفت [۱۵].

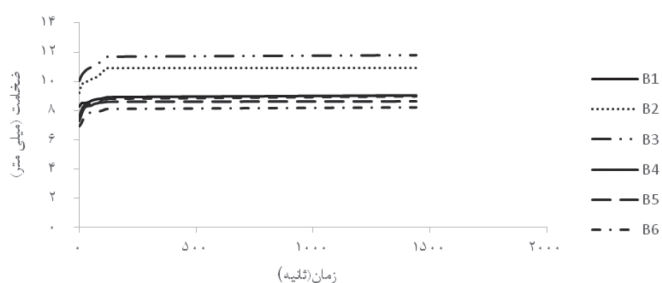
**آزمون تغییرات ضخامت و برگشت پذیری تحت بارگذاری استاتیکی**  
جهت بررسی تغییرات ضخامت نمونه‌های تولید شده در اثر بارگذاری استاتیکی از استاندارد ملی ایران به شماره ۸۹۵ استفاده شد [۱۶]. در این روش هر نمونه به مدت ۲ ساعت تحت بار استاتیکی ۷۰۰ کیلو پاسکال قرار گرفته و پس از برداشتن نیرو، ضخامت نمونه اندازه‌گیری شد و بعد از آن به مدت ۲ ساعت هر ۱۰ دقیقه یکبار ضخامت محل وارد شدن نیرو اندازه‌گیری و نهایتاً بعد از ۲۴ ساعت نیز مجدداً ضخامت محل وارد شدن نیرو اندازه‌گیری شد [۱۶]. براین اساس، میزان فشردگی و برگشت‌پذیری ضخامت با استفاده از روابط ۱ و ۲ به ترتیب محاسبه شد [۱۷]:

$$\%Cp = [(h_0 - h_1) / h_0] \times 100 \quad (1)$$

در این رابطه: Cp میزان فشردگی نمونه،  $h_0$ : ضخامت اولیه نمونه،  $h_1$ : ضخامت بلافاصله بعد از برداشتن نیرو می‌باشد.

$$\%Rc = [(h_t - h_1) / (h_0 - h_1)] \times 100 \quad (2)$$

در این رابطه: Rc میزان برگشت‌پذیری بعد از زمان t و  $h_t$ : ضخامت بعد از گذشت زمان t است.



شکل ۳. تغییرات ضخامت نمونه‌ها بر حسب زمان در بارگذاری استاتیکی

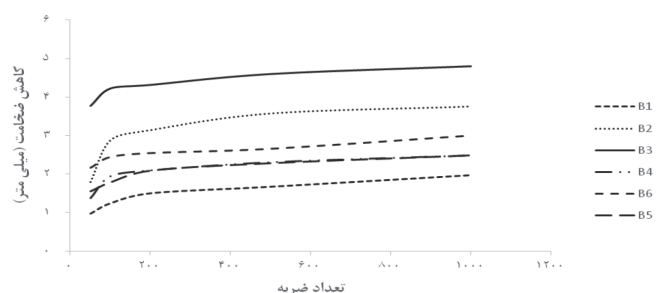
درفرش‌های پرز بریده پرداخته است، نتایج تجربی نشان داد که فرش پلی پروپیلن واکریلیک، بترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار هیستریزس و کمترین و بیشترین مقدار جهندگی می‌باشند. ضمناً با بررسی نتایج تئوری و تجربی پی برده شد که در هر دوی آنها با افزایش تراکم فرش، انرژی کل تغییر شکل نخ خاب کاهش می‌یابد [۱۳]. تأثیر بارگذاری استاتیکی بر روی تغییرات ضخامت و برگشت‌پذیری فرش دستباف ایرانی بوسیله میر جلیلی و شرزه‌یی مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق تأثیر پارامترهای نوع الیاف پشم مورد استفاده (معمولی و دبایغی شده)، تراکم گره و همچنین نمره نخ خاب بررسی شده است [۱۴].

### تجربیات

در این تحقیق تأثیر سه پارامتر تراکم تاری، تراکم پودی و نمره نخ خاب بر روی خواص مکانیکی فرش ماشینی مورد بررسی قرار گرفت. براین اساس ۶ نمونه مطابق جدول ۱ تولید شد که بافت این محصولات با دستگاه‌های فرش بافی HCI، HCP و HRX شرکت وندویل انجام شد. سپس عملیات تکمیل (پاک‌سازی، اصلاح سطح خاب و آهار زنی) نمونه‌ها صورت گرفت و بر روی هر نمونه، آزمون‌های بارگذاری دینامیکی، استاتیکی و شبیه‌سازی پاخوردگی (هگزپاد) با بهره گرفتن از استانداردهای موجود انجام شد. نخهای خاب مورد استفاده در دو حالت ۳۳ و ۱۸ سه لا مورد استفاده قرار گرفت. همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است تراکم تاری در ۳ حالت ۱۲۰۰، ۳۵۰ و ۷۰۰ دوپل واقعی بوده است. تفاوت بین شماره ۳۵۰ دوپل و ۷۰۰ واقعی در تعداد دندان‌های آن می‌باشد، به این صورت که در شماره با نمره ۷۰۰ واقعی در هر متر شانه ۷۰۰ دندان شانه قرار دارد و از هر دندان یک سر نخ تار عبور می‌کند اما در ۳۵۰ دوپل در هر متر ۳۵۰ دندان شانه قرار دارد اما از هر دندان دو نخ تار عبور می‌کند، بنابراین در نهایت محصول تولیدی هر دو دستگاه ۷۰۰ شانه می‌باشد. جنس نخهای تار مورد استفاده پلی استر/ پنبه و نخهای پود پنبه، بود. در جدول ۲ خصوصیات فیزیکی و مکانیکی نخهای مورد استفاده نشان داده شده است.

### آزمون تغییرات ضخامت تحت بارگذاری دینامیکی

فشردگی مناسب پرزها عاملی اثرگذار در راحتی راه رفتن افراد روی فرش از نظر ادراکات روانی و تماسی است. این عامل به طور معنی داری وابسته به ارتفاع و تراکم پرزهای فرش و نیز جنس و خواص الیاف مصرفی



شکل ۴. تغییرات ضخامت نمونه‌ها در آزمون بارگذاری دینامیکی

جدول ۳. تغییرات ضخامت نمونه‌ها در آزمون بارگذاری دینامیکی

کد نمونه	ضخامت اولیه (میلی‌متر)	میزان فشردگی (درصد)			
		پس از ۱۰۰۰ ضربه	پس از ۵۰۰ ضربه	پس از ۲۰۰ ضربه	پس از ۱۰۰ ضربه
B1	۸/۲۶	۱۱/۸۶	۱۵/۱۳	۱۸/۲۸	۲۰/۳۳
B2	۱۰/۶	۱۶/۹۸	۲۷/۱۶	۲۹/۶۲	۳۳/۶۸
B3	۱۱/۹۵	۳۱/۶۳	۳۵/۴	۳۶/۱۵	۳۸/۴۹
B4	۷/۷۸	۱۷/۶۱	۲۴/۹۳	۲۶/۸۶	۲۹/۵۶
B5	۸/۵	۱۸/۳۵	۲۱/۰۵	۲۴/۵۹	۲۶/۸۲
B6	۸/۵	۲۵/۵۳	۲۸/۸۲	۳۰	۳۱/۲۹

با استفاده از نرم افزار SPSS در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که تمامی متغیرهای مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر روی میزان فشردگی در بارگذاری دینامیکی نشان می‌دهند.

در تمام حالت‌ها با افزایش تعداد دفعات بارگذاری، اختلاف ضخامت نسبت به ضخامت اولیه و در نتیجه میزان فشردگی افزایش یافته است و بالاترین درصد فشردگی نهایی با ۱۶/۴۰٪ مربوط به B3 و پایین‌ترین آن با ۲۳/۹۷٪ مربوط به نمونه B1 بود. تغییرات پایین نمونه B1 را به بالاتر بودن تراکم تاری و پودی آن در مقایسه با دیگر نمونه‌ها می‌توان نسبت داد. در نمونه B3 میزان فشردگی بالای نمونه‌ها در اثر اعمال ضربه‌ها را به پایین‌تر بودن تراکم پودی (۲۵۵۰) و نوع نخ‌کشی شانه آن (۳۵۰ دابل) می‌توان نسبت داد. البته نتایج نشان داد که با افزایش تراکم پودی و ظرافت نخ خاب، تأثیر نوع نخ‌کشی شانه کاهش می‌یابد؛ به گونه‌ای که تفاوت دو نمونه B4 و B6 قابل ملاحظه نمی‌باشد.

در شکل ۳ روند تغییرات ضخامت بر حسب زمان در آزمون بارگذاری استاتیکی نشان داده شده است؛ همچنین پارامترهای مختلف مربوط به آزمون بارگذاری استاتیکی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که بالاترین میزان فشردگی در زمان اولیه بلافاصله بعد از برداشتن بار مربوط به نمونه B4 و B6 با ۲۲/۶۵ و ۲۱/۸۲ درصد می‌باشد و پایین‌ترین میزان آن مربوط به نمونه B1 با ۹/۷۳ درصد است. همچنین بیشترین میزان فشردگی در ۲ و ۲۴ ساعت بعد از برداشتن نیرو به ترتیب مربوط به B4، B5 و B6 و کمترین میزان آن به

### آزمون شبیه سازی پاخوردگی (هگزاپاد)

چگالی یا وزن واحد سطح پرزهای فرش در خلال استفاده به دلیل فرسایش پرزها که همراه با شکسته شدن و جدا شدن بخشی از الیاف است، به مرور زمان کاهش می‌یابد. در این آزمون با استفاده از دستگاه هگزاپاد که شامل یک محفظه استوانه‌ای شکل بر روی غلتک چرخان و یک جسم صلب دارای شش گوی، که داخل محفظه استوانه‌ای است، شبیه سازی فرایندهای راه رفتن، کشیدن اجسام، جارو کردن و ... بر روی سطح فرش ماشینی صورت می‌گیرد. در شکل ۱ نمای کلی و بخشهای مختلف این دستگاه نشان داده شده است.

در این آزمایش نمونه های بریده شده از فرشهای مختلف پس از قرارگرفتن در داخل محفظه دستگاه تا ۴۰۰۰ دور مورد بارگذاری و آزمایش قرار گرفتند. تغییرات جرمی هر نمونه پس از انجام بارگذاری معیاری از تغییرات ساختاری و شکلی نمونه پس از انجام این آزمایش است.

### نتایج و بحث

در شکل ۲ نتایج حاصل از آزمون بارگذاری دینامیکی و تغییرات ضخامت هر نمونه نشان داده شده است. نتایج نشان‌دهنده تأثیر پارامترهای نمره نخ خاب، تراکم تاری و پودی بر روی تغییرات ضخامت نمونه در اثر بارگذاری دینامیکی بود. همچنین بررسی آماری نتایج (آنالیز واریانس)

جدول ۴. مقادیر درصد فشردگی و برگشت پذیری نمونه‌ها تحت بار استاتیکی

کد نمونه	B1	B2	B3	B4	B5	B6
ضخامت اولیه	۹/۱۵	۱۱/۰۹	۱۱/۹	۹/۴	۹/۳۲	۹/۱۷
(فشردگی اولیه (حداکثر فشردگی بر حسب درصد)	۹/۷۳	۱۷	۱۵/۸	۲۲/۶۵	۱۸/۸۹	۲۱/۸۲
فشردگی بعد از ۲ ساعت (درصد)	۲/۶۳	۲/۲	۱/۷۷	۶/۳۸	۷/۵۱	۱۱/۳۵
فشردگی بعد از ۲۴ ساعت (درصد)	۱/۳۲	۱/۷	۰/۸۵	۴/۱	۷/۲	۱۰/۱۵
برگشت پذیری بعد از ۲ ساعت (درصد)	۷۳	۸۸	۸۸/۸۳	۷۱/۸۳	۶۰/۲۳	۴۸
برگشت پذیری بعد از ۲۴ ساعت (درصد)	۸۷	۹۰	۹۴/۷	۸۱/۶۹	۶۱/۹۴	۵۳/۵

جدول ۵. تغییرات جرم نمونه ها در آزمون هگزاپاد

کد نمونه	B۱	B۲	B۳	B۴	B۵	B۶
تغییرات جرم (درصد)	۰/۱۱	۰/۳۳	۰/۳۷	۰/۳۳	۰/۱۹	۰/۲۰

می توان گفت هر چه ضخامت اولیه بیشتر، میزان درگیری و سطح برخورد با گوی بیش تر بوده و میزان پرز بیشتری از نمونه جدا می شود. نمونه B1 با ۰/۱۱٪ پایین ترین مقدار تغییرات جرم و نمونه B3 با ۰/۳۷٪ بالاترین مقدار تغییرات جرم در این آزمایش را نشان داد. نتایج آزمایش نشان داد که تغییر نوع تخ کشی شانه تغییر محسوسی در تغییرات جرمی نمونه ها نشان نداد. آنالیز واریانس نتایج در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که تراکم تار تنها پارامتر تأثیر گذار در این آزمایش می باشد.

### نتیجه گیری

در این تحقیق تأثیر تراکم پودی، تراکم تار، نمره شانه (نوع نخ کشی) و نمره نخ خاب فرش ماشینی بر روی تغییرات ساختاری و جرمی نمونه در آزمون های بارگذاری استاتیکی، دینامیکی و شبیه سازی پآخوردگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد نمونه تولید شده با تراکم تار (خاب) بالا کمترین تغییرات ساختاری جرمی در آزمون شبیه سازی پآخوردگی و کمترین فشردگی در آزمون بارگذاری دینامیکی را نشان می دهد. در بارگذاری استاتیکی عامل موثر در برگشت پذیری نمونه وزن نمونه می باشد. به گونه ای که نمونه تولید شده با نخ های خاب ضخیم تر و تراکم پودی پایین تر، علی رغم داشتن بالاترین میزان تغییرات ضخامت در بارگذاری دینامیکی، بیشترین برگشت پذیری را در آزمون بارگذاری استاتیکی نشان داده است.

همچنین آزمون آنالیز واریانس در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که پارامترهای مورد بررسی در این تحقیق تأثیر معنی داری بر روی تغییرات ضخامت در بارگذاری دینامیکی و برگشت پذیری نمونه ها در بارگذاری استاتیکی نسان می دهند.

ترتیب مربوط به B1، B3 و B2 است. بنابراین می توان گفت تراکم گره و میزان پوشانندگی در اثر ضخامت نخ خاب مصرفی نقش به سزایی در کاهش میزان فشردگی اولیه (حداکثر بار) را ایفا می کند، به طوری که مشاهده می شود در نمونه های B4، B5 و B6 که از نمره نخ ۳۳/۳ متریک در تراکم پایین تر از مقدار رایج آن (یعنی در بافت دستگاه ۱۲۰۰ شانه تراکم ۳۶۰۰) استفاده شده است به دلیل پوشانندگی کمتر سطح توسط این نمره نخ میزان فشردگی بیشتر از سایر حالت ها بوده است، به گونه ای که علی رغم افزایش تراکم پودی تأثیر این پارامتر کاهش نیافته است. در بین حالت های مورد بررسی بیشترین میزان برگشت پذیری در هر دو زمان ۲ و ۲۴ ساعت بعد از حذف نیرو به ترتیب مربوط به B3، B2 و B1 می باشد و کمترین میزان آن به ترتیب مربوط به B5، B6 و B4 می باشد، به نظر می رسد که نمره نخ خاب مصرفی در تناسب با تراکم پودی، عامل اثر گذار در میزان برگشت پذیری بوده است؛ به گونه ای که در نمونه های تولید شده با نخ خاب ظریفتر، علی رغم تراکم پودی بالاتر، باز هم میزان برگشت پذیری کاهش محسوسی داشته است به گونه ای که نمونه های تولید شده با نمره نخ ۳۳/۳ متریک و تراکم پودی ۳۰۰۰ و ۳۵۰۰ برگشت پذیری ۵۳/۵ و ۶۱/۹۴ درصد پس از ۲۴ ساعت به ترتیب داشته اند. از سوی دیگر به نظر می رسد که وزن نمونه عامل موثر در برگشت پذیری آن است. نمونه B3 بالاترین میزان برگشت پذیری پس از ۲۴ ساعت با ۹۴/۷ درصد را نشان می دهد. همچنین آزمون آماری آنالیز واریانس در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد که اختلاف بین نتایج از نظر آماری معنی دار است. در آزمون شبیه سازی پآخوردگی فرش (هگزاپاد)، بیشترین میزان تغییرات جرم (سایش) به ترتیب مربوط به نمونه B1، B2، B3، B4، B5 و B6 بوده است. پایین ترین میزان تغییرات مربوط به نمونه ها تولید شده با بیشترین تراکم پودی و تراکم تار بود. در حالت های مشابه از نظر تراکم تار و پودی، کاهش جرم بیشتر مربوط به نمونه های با ضخامت اولیه کم تر که

### منابع و مراجع

۱. کفپوش های نساجی، ویژگی ها، ۱۰۷۵۳، شماره استاندارد ملی ایران، چاپ اول.
2. G.A. Carnaby, & E.J. Wood, "The physics of carpet", The Journal of the Textile Institute, Vol. 80, 1998, pp. 71-90, 1998.
3. M. Dayiary, S., Shaikhzadeh Najar, & M. Shamsi, "An experimental verification of cut pile carpet compression behavior. Journal of the Textile Institute, Vol.101, pp. 488-494, 2010.
4. A. El-Sheikh., & S.P. Hersh, "The deformation and recovery of cut-pile carpets: A theoretical analysis Manchester: The Textile Institute, pp.159-180.
5. Vangheluwe, L., & Kiekens, P. (1997). Resilience properties of polypropylene carpet. Textile Research Journal, 67, 671-676.
۶. سسیما رحیمزاده، سعید شیخ زاده نجار و سید محمد عترتی، بررسی تأثیر فرایند فریز بر خواص فشار پذیری فرش ماشینی تحت بار استاتیکی، دهمین کنفرانس ملی مهندسی نساجی ایران، ۱۳۹۵.
۷. سید محمود طباطبایی هنزایی، محمد قانع، حسین حسینی، علی زینل همدانی، بررسی و شناسایی عوامل مؤثر بر طول عمر فرش، مجله علوم و فناوری، سال ۱۳۹۳.

8. S. Jafari and M. Ghane, "An Analytical Approach for the Recovery Behavior of Cut Pile Carpet after Static Loading by Mechanical Models", *Fiber and polymers*, 2016.
9. S. Jafari, M. Ghane & M. Moezzi, "The effect of UV degradation on the recovery behavior of cut-pile carpets after static loading", *The Journal of The Textile Institute*, Vol. 27, 2016.
10. S. Jafari & M. Ghane, "Analysis of the effect of UV radiation on the recovery properties of pile carpet after static loading through analytical and viscoelastic modeling", *The Journal of The Textile Institute*, Vol. 20, 2017.
۱۱. سید زهرا مرتضی حسینی، سحر عبدالملکی، محمد حسینی، بررسی عوامل مؤثر بر پرزدهی فرش ماشینی اکریلیکی، مجله صنعت نساجی کهن، سال ۱۳۹۰.
۱۲. حسین شیخی، دکتر شیخ زاده نجاز، دکتر محمد عترتی، تأثیر نسبت مخلوط الیاف اکریلیک بر خواص فشار پذیری فرش ماشینی، پایان نامه کارشناسی ارشد سال ۱۳۸۷.
۱۳. منصور دیباری، دکتر شیخ زاده نجاز، دکتر مصطفی شمسی، تحلیل رفتار فشار پذیری پرز در فرشهای پرزبریده، پایان نامه دکتری، سال ۱۳۸۷.
14. S.A.Mirjalili, M.Sharzehee, "A Study and Investigation on the Influence of Static and Dynamic Loading on the Properties of Handmade Persian Carpet (I) – The Effect of Static Loading", *Fiber and Polymers*, Vol.6, No.2, 2005, pp.139-145.
۱۵. کفپوش‌های نساجی، روش تعیین کاهش ضخامت تحت اثر بار متحرک، ۸۹۰، شماره استاندارد ملی ایران
۱۶. کفپوش‌های نساجی، روش تعیین ضخامت تحت اثر بار ثابت، ۸۹۵، شماره استاندارد ملی ایران.
17. Y. Korkmaz, S. DalciKocer, "Resilience behavior of woven acrylic carpets under short and long-term static loading", *Journal of the Textile Institute.*, Vol.101, pp. 236-241, 2010.

# Effect of warp density, weft Density, and count of pile yarn on mechanical properties and structural variations of face to face woven carpets

Bahareh Shahriari<sup>1,\*</sup> and Mohsen Shanbe<sup>2</sup>

1-Quality control manager of Sheikh Safi Isfahan Carpet Co, Isfahan, Iran.

2- Textile Engineering Department, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, PO Box 84156-83111

## Abstract

Machine-woven carpets are pile fabrics. Warp and weft yarns are used for making the backing surface and piles (i.e., upright loops or strands of yarns) are covering the upper surface of carpets. In this study, the relations between structural parameters of machine-woven carpets namely weft and warp yarns density, pile yarns count and kind of warp yarn denting with recovery after dynamic loading, thickness variation in static loading and finally the mass variation during the hexapod walker carpet tester were evaluated. Two pile yarn counts (i.e. 18/3 Nm and 33/3 Nm), two levels of warp density 700 and 1200 per meter, two kind of denting of warp yarn (i.e. one and two warp yarns per dent), and three levels of weft density (i.e., 2550,3000,and 3500 per meter) were used to produce the samples. The results showed that the highest value of compressibility in dynamic loading was varied between 40.16% and 23.97%. The lowest value of mass variation in tetrapod walker testing was obtained in sample woven with highest value of warp and weft density. Moreover, by increasing the count of pile yarn and the initial thickness of sample, the mass reduction was increased accordingly.

## Keywords

Face to Face Carpet,  
Static and Dynamic Load-  
ing,  
Hexapod Walker Carpet  
Tester,  
Recovery,  
Compressibility

(\*). Address Correspondence to B. Shahriari, Email: Bahare.shahriari@yahoo.com