تحلیل رفتار فشارپذیری خاب‌فرش دستباف

محمدجواد کارآمد
دانشکده هنر، دانشگاه شهید باهنر کرمان
مسعود لطیفی
دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
محمد حقیقت کیش
دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

گلجام
فصلنامه
علمی پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره هشت
پاییز ۱۳۸۶
۹

چکیده

با بررسی استانداردهای موجود جهت اندازه‌گیری خواص فرش، مشخص شد که در طی عملکرد پیشنهادی آن‌ها، به رفتار فرشِ تحت بارگذاری در حالت دینامیک و لحظه به لحظه توجه نمی‌شود بلکه رفتار فرش پس از بارگذاری بررسی می‌گردد. جهت بررسی رفتار دینامیکی فرشِ تحت بارگذاری از دستگاه اینسترون استفاده شد. با اضافه کردن تجهیزاتی به این دستگاه، صحت کار آن با بارگذاری روی مواد مختلف مشخص گردید. پس از بافت نمونه‌هایی از فرش دستباف با رج‌شمارهای سی، چهل، پنجاه، شصت و هفتاد با خصوصیات معین، بارگذاری روی نمونه‌ها صورت گرفت و مشخصه‌های منحنی‌های «مقاومت فشاری در طی زمان» به دست آمده، تجزیه و تحلیل شده و به نحو مقتضی با خصوصیات ساختمانی و فیزیکی فرش‌های دستباف و مواد اولیه مصرف شده در آن‌ها مربوط گردید. با محاسبه ضرایب همبستگی پیرسون، همبستگی‌های خطی بررسی و تجزیه و تحلیل شد. همچنین با استفاده از منحنی‌های بارگذاری روی مواد مختلف و مقایسه آن‌ها با منحنی‌های بارگذاری فرش دستباف، شباهت‌ها و تفاوت‌ها مشخص گردید و مقادیری جهت دست یافتن به مطلوبیت فرش پیشنهاد گردید. برخی از نتایج بدین شرح است: با افزایش تراکم فرش،میزان کاهش ضخامت بر اثر بارگذاری، میزان برگشت‌پذیری پرز فرش پس از بارگذاری، کار انجام گرفته روی فرش تا رسیدن به حالت فشردگی و همچنین کار پس داده شده توسط فرش کاهش می‌یابد، در حالی که با افزایش ضخامت فرش، برگشت‌پذیری فرش و کار انجام شده طی بارگذاری افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی:
فرش دستباف، خاب، بارگذاری دینامیکی ، فشارپذیری

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]

۱. مقدمه

در سالهای اخیر به مسائل و مشکلات آزمایش فرشها توجه روزافزونی شده گرفته است (Grover, 1993; Xu, 1994; Steenlandt, 1996; Lamb, 1990; Phillips, 2005; Liu, 2002; Wilding, 1990; Vangheluwe, 1997) و دلیل این امر نیاز به یک روش آزمایشی قابل قبول، عمومی و منطقی برای آزمایش فرش است (Robinson, 1989; 1972; Carnaby,).

خواص عمومی فرش، نظیر نمره نخ مصرفی، الیاف مورد استفاده، درصد ترکیب الیاف، تراکم و... را می‌توان با استفاده از روشهای استاندارد اندازه‌گیری کرد،اما دیگر خصوصیات فرش به آسانی به‌دست نمی‌آید. این مسئله ما را به طرح این پرسش وادار می‌کند که کدامیک از خواص فرش اهمیت بیشتری دارد و آیا اصولاً این خواص قابل اندازه‌گیری است؟

خواص مورد نظر برای فرشها در هنگام استفاده عبارتند از:

- راحتی قدم زدن[۱]
- خواص اکوستیکی[۲]
- خواص حرارتی[۳]
- دوام[۴]
- حفظ ظاهر: بافت سطحی[۵]
- حفظ ظاهر: رنگ[۶]
- حفظ ظاهر: چرک گرفتن[۷]
- ثبات ابعادی[۸]
- قابلیت اشتعال[۹]
- خواص الکتریکی[۱۰] (گرجیان،۱۳۷۲)

برای اندازه گیری برخی از این خواص، آزمایشهای استاندارد و همه جانبه‌ای طراحی شده است، در حالی که برای آزمایش برخی دیگر (نظیر دوام ،چرک‌گیری، راحتی قدم زدن) استاندارد مناسبی که شامل همه موارد استفاده باشد، وجود ندارد.

فرشها در طول عمر خود معمولاً تحت تأثیر دو نوع بار قرار می‌گیرند: بارهای دینامیکی (نظیر راه رفتن)و بارهای استاتیکی (نظیر بار ناشی از پایه مبلمان). در آزمایش‌های استانداردِ اندازه‌گیری خواص بارگذاری فرش نیز سعی شده است که این بارها شبیه سازی شوند. به عنوان مثال می توان از آزمایش دوام کفپوش با استفاده از دستگاه تتراپاد[۱۱] (Booth,1968) و یا آزمایش بارگذاری با استفاده از دستگاه بارگذاری دینامیکی WIRA[۱۲] نام برد (استاندارد ۸۹۰ ، موسسه استاندارد ایران؛ Booth, 1968) که عمل بارگذاری دینامیکی را شبیه‌سازی می‌کنند؛ در حالی که در آزمایش با دستگاه بارگذاری استاتیکی WIRA[۱۳] (Robinson,1972) و یا آزمایش با استفاده از وسیله دستگاه بارگذاری استاتیکی به کمک فشار هوا (Ross,1973) عمل بارگذاری استاتیکی شبیه‌سازی می‌شود.

نکته مهم در مورد آزمایش‌های بارگذاری (دینامیکی و استاتیکی) آن است که در این آزمایش‌ها، رفتار فرش پس از آزمایش بررسی شده و جهت بررسی رفتار فرش حین بارگذاری در حالت دینامیک و لحظه به لحظه روشی ارائه نشده است. به همین جهت در این مقاله به‌منظور بررسی رفتار دینامیکی فرش روشی ارائه و نتایج حاصل از آن گزارش شده است.

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]

■ ۲. طراحی آزمایشی جهت بررسی رفتار دینامیکی فرش

۲. ۱. ساخت و آماده سازی دستگاه

به‌منظور بررسی رفتار دینامیک فرش طی بارگذاری از دستگاه اینسترون TM-SM ساخت انگلیس استفاده شد. دستگاه اینسترون موجود، واحد بارگذاری فشاری نداشت و تنها قادر بود بارگذاری به صورت کششی را انجام دهد. بنابراین برای اینکه بتوان از امکانات موجود استفاده کرد، یک مجموعه الحاقی طراحی و ساخته شد که قادر بود نیروی کششی را به نیروی فشاری تبدیل کند. طرح ساده‌ای از این مجموعه الحاقی در شکل ۱ نشان داده شده است. این دستگاه الحاقی می‌توانست فرش را تحت نیروی فشاری بین دو سطح دایره‌ای به مساحت نود سانتی‌متر مربع قرار دهد. این مساحت در حدود مساحت کف پای انسان است؛ زیرا سعی بر این بود که رفتار فرش طی راه رفتن بر روی آن شبیه‌سازی شود. علاوه بر این، شکل دایره‌ای کمترین اثرات جانبی را بر نمودارها خواهد گذاشت (Finch,1948).

دستگاه اینسترون موجود علاوه بر مشکل فقدان واحد بارگذاری فشاری، فاقد کنترل‌های مربوط به تنظیم نیروی اعمالی از طرف دستگاه به فرش نیز بود. به عبارت دیگر دستگاه اصلی طوری طراحی شده بود که فقط می‌توانست نمونه‌ای را تا حد مشخص ازدیاد طول دهد. بنابراین با اتصال دستگاه الحاقی می‌شد فرش را تا میزان مشخصی فشرده کرد. میزان این فشردگی مستقل از نیرو بود، حال آنکه هدف این بود که فرش تحت نیروی مشخصی فشرده شود و میزان فشردگی در هر لحظه اندازه‌گیری گردد. بنابراین قسمت کنترلی دیگری نیز طراحی و ساخته شد که وظیفه آن کنترل میزان نیروی وارد بر فرش تا حد تنظیم شده بود. با کمک دستگاههای الحاقی، امکان بارگذاری بر فرش تا مقدار نیروی معین، و همچنین ثبت میزان تغییر شکل آن در هر لحظه امکان‌پذیر شد.

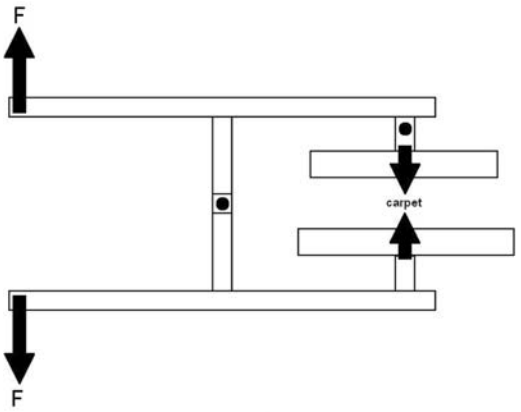
۲. ۲. آزمایش دستگاه

جهت کسب اطمینان از صحت کار دستگاه و الحاقات آن، بر روی برخی مواد، که رفتار خاصی از آنها انتظار می‌رفت، آزمایش‌هایی صورت گرفت. از جمله این آزمایش‌ها، آزمایش بر روی چند فنر خطی با ضرایب سختی مختلف بود. با توجه به فرمول F=KX که مربوط به یک فنر خطی با ضریب سختی K است، انتظار می‌رفت که منحنی عکس‌العمل یک فنر خطی در مقابل نیروی فشاری (یا کششی) به صورت یک خط مستقیم باشد و با افزایش K، شیب آن نیز افزایش پیدا کند. شکل ۲ منحنی نیرو- تغییر شکل را برای دو فنر با ضرایب سختی K_2 و K_1 که از دستگاه و ملحقات آن به دست آمده است، نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که طبق پیش بینی منحنی‌ها به صورت خطی است و شیب آنها متناسب با میزان K تغییر کرده است.

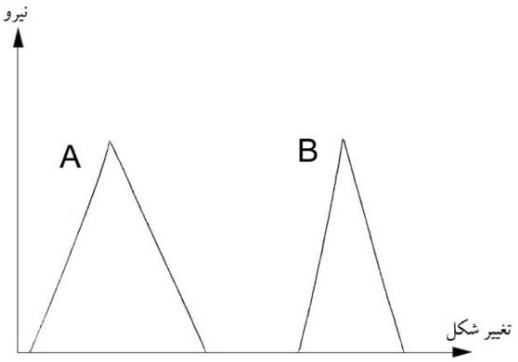
۲. ۳. تهیه نمونه‌ها

جهت آزمایش بارگذاری دینامیک، بافنده‌ای پنج قطعه فرش به ابعاد ۴۰×۳۰ سانتی‌متر مربع با گره نامتقارن و بدون نقشه (سفید) در رج‌شمارهای ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰

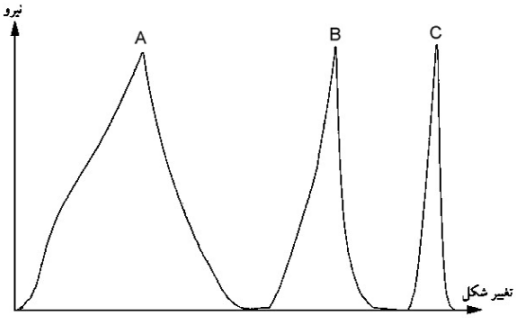
[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]



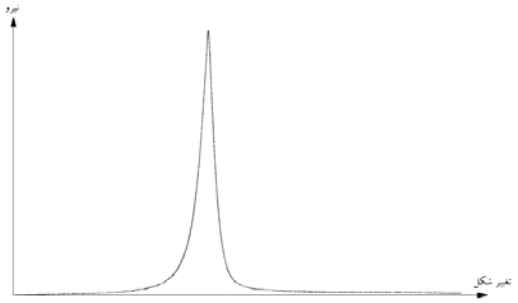
شکل۱: طرح ساده‌ای از دستگاه تبدیل نیروی کششی به فشاری



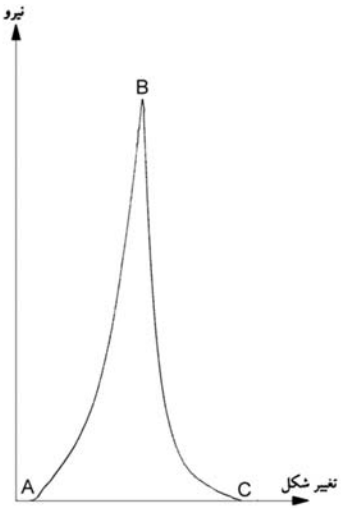
شکل۲: منحنی نیرو - تغییر شکل برای دو فنر با سختی کم (A) و زیاد (B)



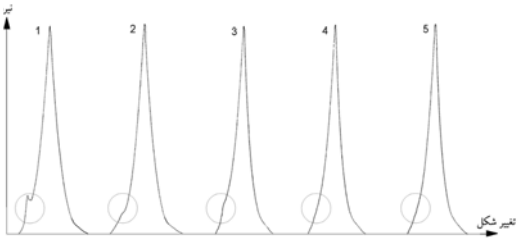
شکل۳: منحنی نیرو- تغییرشکل برای اجسام مختلف A)فوم، B)یونولیت C) موکت نمدی



شکل۴: منحنی نیرو - تغییر شکل اسفنج



شکل۵: منحنی نیرو- تغییر شکل فرش دستباف A)شروع بارگذاری B) نقطه برگشت C)انتهای بارگذاری



شکل۶: منحنی نیرو- تغییر شکل فرش دستباف در ۵ سیکل بارگذاری متوالی

گلجام
فصلنامه
علمی پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره هشت
پاییز ۱۳۸۶

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]

بافت. (تراکم گره به ترتیب ۲۱/۶، ۳۱، ۴۹، ۶۸/۶ و ۸۴ گره بر سانتی‌متر مربع، شیوه بافت به‌صورت هر چین سه پود (دو پود کلفت و یک پود نازک)، جنس خاب از پشم خالص و جنس نخهای تار و پود از پنبه خالص بود. در جدول‌های ۱ تا ۳ مشخصات فیزیکی نخهای مورد مصرف در هر یک از فرش‌ها ، در جدول ۵ مشخصات فیزیکی فرش‌ها و در جدول ۶ مشخصات ساختمانی فرش‌ها به تفصیل آمده است.

از آنجا که قطر الیاف مصرفی به عنوان خاب، نقش اساسی در خواص فرش بازی می‌کند (El-shiekh, 1970) قطر الیاف پشم نیز با استفاده از میکروسکوپ پروژکتینا اندازه‌گیری شد که نتایج در جدول ۴ آمده است. قطر الیاف پشم مصرف شده در نمونه‌ها از نظر آماری با یکدیگر اختلاف ندارند؛ بنابراین در تجزیه و تحلیل‌های آماری، قطر الیاف پشم استفاده شده در فرشهای مختلف یکسان در نظر گرفته شد و از آن صرف نظر گردید.

۲. ۴. آزمایش نمونه‌ها و استخراج اطلاعات

پس از اطمینان از صحت عملکرد دستگاه و آزمایش آن و نیز تهیه نمونه‌ها، نسبت به آزمایش نمونه‌ها و اخذ نمودارهای نیرو- تغییر شکل از هر نمونه اقدام شد. روش اعمال نیرو به این صورت بود که فرش در اثر حرکت فک‌ها با سرعت ثابت ۶/۲۵ سانتی‌متر بر دقیقه تحت بارگذاری قرار می‌گرفت. هنگامی که بار اعمال شده به فرش به ۸۸/۵ کیلوگرم می‌رسید، حرکت فک‌ها متوقف شده و با سرعت ثابت ۶/۲۵ سانتی‌متر بر دقیقه در جهت عکس شروع به حرکت می‌کردند. اطلاعات نمودارهای نیرو- تغییر شکل از هر نمونه در پنج نقطه مختلف (چهار گوشه و مرکز نمونه) اخذ شده و میانگین آنها ملاک عمل قرار گرفت. سرعت حرکت کاغذ ثبت نمودارها نیز ۲۰ سانتی‌متر بر دقیقه بود.

در بررسی‌های اولیه مشاهده شد که در برخی نمونه‌ها، در بارگذاری اولیه، یک حداکثر نسبی (اکسترمم) به‌وجود می‌آید. این حداکثر نسبی در نمودارهای مربوط به بارگذاری تک‌پایل (Carnaby, 1989) و نمودارهای مربوط به بارگذاری در پارچه‌های خواب‌دار (Finch, 1948) نیز گزارش شده است و در آنجا پیشنهاد شده که برای احتراز از اثر این حداکثر نسبی، از نمودارهای بارگذاری پس از چند سیکل اولیه - که حداکثر نسبی حذف می‌شود - استفاده گردد. به همین دلیل در تجزیه و تحلیل‌های آماری،اطلاعات مربوطه از منحنی دفعه پنجم بارگذاری برای هر فرش (شکل ۶) استخراج شده و ملاک عمل قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری سطوح زیر منحنی‌ها، از روش بریدن کاغذ و وزن کردن آن استفاده شد. جدول ۷ نتایج به‌دست آمده را برای ۵ فرش مختلف نشان می‌دهد.

■ ۳. تجزیه و تحلیل نتایج

۳. ۱. بررسی منحنی‌های بارگذاری دینامیکی

به‌منظور بررسی منحنی‌ها، ابتدا باید روشن شود که تعبیر فیزیکی رفتار منحنی‌ها چیست. به‌طور خلاصه از منحنی‌های به‌دست آمده می‌توان تعابیر فیزیکی زیر را برداشت کرد:

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]

الف) شیب منحنی مشابه ضریب سختی یک فنر است. هر چه شیب منحنی در نقطه‌ای کمتر باشد،سختی فرش در آن نقطه (یعنی تحت آن میزان از بارگذاری) کمتر است و بالعکس. از منحنی‌های به‌دست آمده (شکل ۵) مشخص می‌شود که در ابتدای بارگذاری شیب منحنی کم است، یعنی فرش مشابه فنر با سختی کم عمل می‌کند و به‌راحتی فشرده می‌شود. با ادامه بارگذاری، شیب منحنی افزایش می‌یابد؛ یعنی فرش مشابه فنر با سختی زیاد عمل کرده و به‌سختی فشرده می‌شود، زیرا به حالت فشردگی کامل[۱۴] (El-shiekh, 1970) نزدیک می‌گردد.

ب) با توجه به اینکه محور عمودی، نیرو و محور افقی تغییر مکان است، سطح زیر منحنیِ بارگذاری نشان‌دهنده میزان کاری است که صرف فشرده‌کردن فرش شده است. به همین ترتیب سطح زیر منحنی باربرداری،مقدار کاری است که فرش ضمن برداشتن بار پس می‌دهد. بنابراین اگر سطح زیر منحنی بارگذاری زیاد باشد به این معنی است که کار زیادی برای فشردگی فرش لازم است و بالعکس. همچنین اگر سطح زیر منحنی باربرداری فرش زیاد باشد، به این معنی است که فرش کار بیشتری در حین برداشتن بار پس می‌دهد و بالعکس. همچنین اگر اختلاف بین دو سطح کم باشد، به این معنی است که فرش برگشت پذیری دینامیکی بهتری دارد و به اصطلاح زنده‌تر است.

ج) فواصل افقی، نشان‌دهنده میزان فشرده‌شدن فرش از حالت طبیعی تا رسیدن به حالت فشردگی کامل است، بنابراین فاصله افقی از صفر (عدم اعمال نیرو) تا نقطه برگشت (حداکثر نیروی اعمال‌شده) نشان‌دهنده میزان فشرده‌شدن فرش، و فاصله افقی از نقطه برگشت (حداکثر نیروی اعمال شده) تا انتها (انتهای مرحله باربرداری) نشان‌دهنده میزان برگشت ضخامت فرش پس از بارگذاری است. اختلاف این دو نشان‌دهنده میزان فشردگی دائم فرش است که پس از هر بار اعمال نیرو به فرش در آن رخ خواهد داد.

۳. ۲. مقایسه کیفی منحنی‌های حاصل از فرش با منحنی‌های حاصل از مواد دیگر

در بخش ۲. ۲. منحنی‌های حاصل از فنرهایی با ضرایب سختی مختلف نشان داده شد و در بخش۳. ۱. (قسمت الف) نیز تعبیر فیزیکی منحنی‌های حاصله و مقایسه آن با فنر خطی ارائه گردید. علاوه بر این منحنی‌ها، منحنی‌هایی از مواد دیگری نظیر: اسفنج، یونولیت ، فوم و موکت نمدی نیز تهیه و جهت مقایسه به‌کار برده شد. این منحنی‌ها در شکل‌های ۳ و ۴ آمده است. در منحنی اسفنج، ملاحظه می‌شود که حرکت منحنی با شیب بسیار کمی آغاز شده و به آهستگی به شیب اضافه می‌شود؛ سپس شیب منحنی به‌طور ناگهانی افزایش یافته و منحنی بالا می‌رود، و با رسیدن به حد بالای بارگذاری،منحنی به سرعت افول کرده، سپس ناگهان میزان شیب آن تغییر نموده و با شیب بسیار کمی به سمت پایین حرکت می‌کند.

شیب بسیار کم منحنی در ابتدای راه، نشان‌دهنده ابتدای فشردگی است، چرا که اسفنج با نیروی بسیار کمی فشرده می‌شود. سپس با رسیدن به مرحله فشردگی (که

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]

مدت زمان زیادی طول می‌کشد) شیب زیاد شده و بعد از رسیدن به حد بالای بارگذاری، این دوره به صورت معکوس تکرار می‌گردد. فاصله افقی از صفر تا نقطه برگشت و از نقطه برگشت تا انتهای منحنی زیاد است که نشان دهنده میزان انقباض و انبساط بالای اسفنج است و از طرف دیگر سطح زیر منحنی کم است که نشان دهنده میزان کم کار انجام شده در طی سیکل بارگذاری است.

منحنی یونولیت و فوم نیز شبیه به منحنی فنر با ضریب سختی کم است. در حالی‌که منحنی موکت نمدی کاملاً شبیه به یک فنر با ضریب سختی بالا است.میزان کار انجام شده آن اندک و میزان انقباض نیز پایین است.

با توجه به اینکه تمام منحنی‌های فرش از الگوی مشابهی پیروی می‌کند، می‌توان هر قسمت از این الگو را مشابه یکی از منحنی‌های فوق‌الذکر دانست. قسمت اول منحنی فرش (شکل ۵) که با شیب کمی رو به بالا حرکت می کند، شبیه به قسمت اول منحنی اسفنج است (البته با فاصله افقی کوتاهتر و شیب زیادتر). قسمت‌های دوم و سوم منحنی فرش که با شیب زیاد بالا رفته و سپس پایین می‌آید، مشابه منحنی بارگذاری و باربرداری موکت نمدی است. و سرانجام قسمت آخر منحنی فرش نیز مشابه قسمت آخر منحنی اسفنج است. همچنین شیب‌های مختلف در قسمت‌های دوم و سوم منحنی فرش، با تقریب مشابه دو فنر با ضرایب سختی مختلف است.

با توجه به اینکه موکت نمدی و اسفنج، هیچکدام کفپوش مناسبی برای راه رفتن نیست، می‌توان آن دو را حدود بالا و پایین کیفیت فرش در نظر گرفت و فرش مناسب جهت راه رفتن را چیزی بین این دو فرض کرد.

موکت نمدی به علت سختی زیاد و شیب زیاد منحنی و اسفنج نیز به علت انقباض زیاد حین راه رفتن، مناسب نیست. همچنین سطح زیر منحنی هر دوی آنها اندک است. یعنی هم کار کمی روی آنها صورت می‌گیرد تا به حالت فشردگی برسند و هم کار کمی پس می‌دهند تا از حالت فشردگی خارج شوند. بنابراین چندان حالت زنده بودن ندارند (توجه کنید که منحنی‌های شکل ۳ با ضریب افقی۲۰ رسم شده، در حالی‌که ضریب افقی منحنی۴ مساوی ۲ است). پس اگر منحنی فرش خیلی سریع به حالت فشردگی برسد و کار انجام شده آن کم باشد، خصوصیات فرش به موکت نمدی نزدیک می‌شود و اگر این منحنی به آهستگی به سمت فشردگی برود و کار انجام شده آن کم باشد، خصوصیات فرش به اسفنج تمایل دارد. بنابراین فرشی مطلوب است که منحنی آن تلفیقی از دو منحنی فوق‌الذکر و با نسبت‌های مشخص باشد. اینکه این نسبت‌ها چه باید باشند، حداکثر و حداقل آنها چیست و نیز رابطه این نسبت‌ها و احساس راحتی هنگام راه رفتن روی فرش کدام است، نیازمند تحقیق گسترده و جداگانه‌ای است؛ و خود شامل نظرسنجی از کسانی که روی فرش‌های مختلف راه رفته‌اند و ارتباط این نتایج با خصوصیات فرش می‌شود. شاید بتوان برای این امر نیز استاندارد ویژه‌ای ارائه نمود.

۳. ۳. تجزیه و تحلیل آماری نتایج

به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری، مشخصات فیزیکی و ساختمانی فرش‌ها و مواد اولیه و همچنین پارامترهای منحنی‌های بارگذاری اندازه گیری شد و با استفاده از

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]

نرم‌افزار systat، عمل رگرسیون پیرسون برای تمامی داده‌ها صورت گرفت و ضرایب همبستگی مربوطه به‌دست آمد. با بررسی ضرایب همبستگی نتایج زیر حاصل شد:

الف) ضریب همبستگی بین «طول پرز» با «فاصله افقی از نقطه برگشت تا انتها» برابر ۰/۵۳۸ و ضرایب همبستگی بین «ضخامت فرش تحت بار $20\ grf/cm^2$» و «فاصله افقی از نقطه برگشت تا انتها»برابر ۰/۷۸۴ است؛ یعنی با افزایش ضخامت فرش،میزان برگشت فرش پس از بارگذاری افزایش خواهد یافت. زیادتر بودن ضریب همبستگی ضخامت در قیاس با طول پرز، تأییدی بر این مطلب است که ساختمان زمینه فرش نیز در خواص فرش تأثیر دارد. (Barach,1949)

ب) ضریب همبستگی بین «تراکم» (رج شمار) و «فاصله افقی از نقطه برگشت تا انتها» برابر ۰/۸۳۹- است. همچنین ضریب همبستگی بین «تراکم» و «فاصله افقی از صفر تا نقطه برگشت» برابر - ۰/۷۹۴ و ضریب همبستگی بین «تراکم» و «مجموع فواصل» مساوی ۰/۸۲۹- است؛ یعنی با افزایش تراکم، میزان کاهش ضخامت فرش تحت بار و نیز میزان بازگشت فرش پس از بارگذاری کاهش پیدا می‌کند. به‌عبارت دیگر با افزایش تراکم، فرش برگشت پذیری کمتری داشته، در هنگام راه رفتن سخت‌تر بوده و حالت زنده بودن کمتری خواهد داشت؛ علی‌رغم اینکه فرش‌های با تراکم بالاتر، قیمت بالاتری دارند.

ج) ضریب همبستگی بین «نمره Tex پرز» و «فاصله افقی از صفر تا نقطه برگشت» برابر ۰/۸۷۱ است. همچنین ضریب همبستگی بین «نمره Tex پرز» و «فاصله افقی از نقطه برگشت تا انتها» مساوی ۰/۸۳۷ و ضریب همبستگی بین «نمره Tex پرز» و «مجموع فواصل» برابر ۰/۸۶۹ است. این نتیجه قابل انتظار است‌زیرا با کاهش چگالی خطی، پرز مدول خمشی کمتری خواهد داشت و این موجب کمتر شدن میزان برگشت‌پذیری پس از تغییر شکل خواهد شد.

د) ضریب همبستگی بین «طول پرز» و «سطح زیر منحنی بارگذاری» برابر ۰/۸۰۱ است. همچنین ضریب همبستگی بین «طول پرز» و «سطح زیر منحنی باربرداری» مساوی ۰/۳۰۳ و ضریب همبستگی بین «طول پرز» و «مجموع سطوح» برابر ۰/۷۵۷ است. ضریب همبستگی بالای بین طول پرز و سطح زیر منحنی بارگذاری، نشان‌دهنده این است که با طول پرز بلندتر، میزان کار انجام شده تا حالت فشردگی فرش زیادتر خواهد شد، اما این عامل تأثیر چندانی در کار انجام شده توسط فرش در حالت برگشت از فشردگی ندارد و حتی در تحلیل ریاضی چنین مطرح می‌شود که با افزایش طول پرز، میزان برگشت‌پذیری پرز فرش کاهش می‌یابد. (El-shiekh, 1970)

ه) ضرایب همبستگی بین «تراکم» و «سطوح زیر منحنی» در همه موارد منفی است. ضریب همبستگی بین «تراکم» و «مجموع سطوح زیر منحنی» برابر با ۰/۴۶۶-، ضریب همبستگی بین «تراکم» و «سطح زیر منحنی بارگذاری» برابر ۰/۳۰۷- و ضریب همبستگی بین «تراکم» و «سطح زیر منحنی باربرداری» مساوی ۰/۴۵۱- است. اگر چه ضرایب همبستگی چندان زیاد نیستند اما منفی بودن آنها نشانه این است که با افزایش تراکم فرش، کار انجام گرفته

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]

بر روی آن و نیز کار برگشت داده شده از طرف فرش کاهش می‌یابد، و فرش به حالت موکت نمدی (بخش ۲. ۴.) نزدیکتر می شود. این نتیجه‌ای است که به نحوی دیگر از بخش «ب» نیز به دست آمد.

و) با اینکه ملاک عمل در مقاله حاضر نمودارهای بارگذاری در سیکل پنجم بارگذاری بود، اما تحقیقی نیز درمورد رابطه بین عاملها در سیکل اول و سیکل پنجم بارگذاری صورت گرفت که نتایج آن به شرح زیر است:

- ضریب همبستگی بین «مجموع فواصل در دفعه اول بارگذاری» و «مجموع فواصل در دفعه پنجم بارگذاری» برابر ۰/۹۲۶ است، در حالی‌که ضریب همبستگی بین مجموع سطوح زیر منحنی در «دفعه اول بارگذاری» و «دفعه پنجم بارگذاری» برابر ۰/۳۷۵ است.

- ضریب همبستگی بین فاصله افقی از نقطه برگشت تا انتها در «دفعه اول بارگذاری» و «دفعه پنجم بارگذاری» برابر ۰/۸۷۴ است، در حالی که ضریب همبستگی بین سطوح زیر منحنی باربرداری در «دفعه اول بارگذاری» و «دفعه پنجم بارگذاری» برابر ۰/۵۴۸ است.

- ضریب همبستگی بین فاصله افقی از صفر تا نقطه برگشت در «دفعه اول بارگذاری» و «دفعه پنجم بارگذاری» برابر ۰/۸۶۷ است، در حالی‌که ضریب همبستگی بین سطوح زیر منحنی بارگذاری در «دفعه اول بارگذاری» و « دفعه پنجم بارگذاری» برابر ۰/۰۹۳ است.

ملاحظه می‌شود که ضرایب همبستگی فاصله‌ای سیکل‌های اول و پنجم بارگذاری خیلی بهتر از ضرایب همبستگی سطحی عمل می‌کنند و این به دلیل آن است که در دفعات اول تا پنجم بارگذاری، میزان کار انجام شده (که معرف سطح زیر نمودار است) تغییرات زیادی می‌کند، اما میزان فشردگی فرش تا رسیدن به نیرویی مشخص و یا میزان برگشت فرش پس از فشرده شدن تا حدی مشخص تغییر چندانی نمی‌کند.

۴. نتیجه‌گیری

در این مقاله سعی شد با بررسی رفتار دینامیکی فرش تحت بارگذاری، نگرشی جدیدتر و (تا حد امکان) کمّی نسبت به برخی خواص فرشهای دستباف به‌دست آید. در این راستا، ابتدا یک معیار کیفی جهت مطلوبیت فرش دستباف ارائه شدو در ادامه با تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات به دست آمده، نتایج زیر حاصل شد:

- با افزایش ضخامت فرش، برگشت‌پذیری آن افزایش می‌یابد.

- با افزایش تراکم فرش،میزان‌کاهش ضخامت بر اثر بارگذاری و میزان برگشت‌پذیری پرز فرش کاهش می‌یابد.

- با نازک‌شدن نخ پرز، میزان انقباض فرش تحت بارگذاری و میزان برگشت آن پس از باربرداری کاهش می‌یابد.

- با افزایش طول پرز، کار انجام شده طی بارگذاری افزایش می‌یابد، اما کار انجام شده توسط فرش، وابستگی معنی‌داری به طول پرز ندارد.

- با افزایش تراکم فرش،کار انجام گرفته روی فرش تا رسیدن به حالت فشردگی و کار پس داده شده توسط فرش کاهش می‌یابد اما این کاهش خطی نیست.

- ضرایب همبستگی خطی فاصله‌ای دفعه اول و پنجم بارگذاری معنی‌دارند، اما ضرایب همبستگی خطی سطحی دفعه اول و پنجم بارگذاری، چندان معنی‌دار نیستند.

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]

جدول۱- تاب، نمره و شماره نمونه نخهای مصرفی

شماره نخ	تاب و جهت تاب نخ چند لا (TPM)	تاب و جهت تاب نخ تک لا (TPM)	نمره نخ (Tex)	نمره نخ (Ne)
۱	۳۸۹/٦ S	–	٤۹۳/۷	۱/۲۰
۲	۵۰۵/۱ S	–	۲٦۱/٤	۲/۲٦
۳	٦۷۵/۳ S	–	۱٦۲/۱	۳/٦٤
٤	۵۰/۲ S	۱٤٤/۵ Z	۵۱۳/٤	۰/۸۷
۵	۵۷/۹ S	۱٦۲/۸ Z	۳۰۱/۵	۱/۹٦
٦	۰	۲٤۲/۳ Z	۲۸۸/۰	۲/۰۵
۷	۱٦۸/۲ S (تاب نخ دو لا)	۳۳۱/٦ Z	۲۰۵/۲	۲/۸۸
۸	۰	۸۳۹/۳ S	۲۷۵/۲	۲/۱۵
۹	۰	۸۲۲/٦ S	۸۷/۷	۷/۵۰
۱۰	٤۸۷/۵ S	–	۵۵/۰	۱۰/۷۳

گلجام
فصلنامه
علمی پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره هشت
پاییز ۱۳۸٦

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]

جدول ۲- مشخصات نخهای به‌کار برده شده در هر یک از فرش‌ها

شماره نخ	مشخصات نخ	مورد مصرف	فرش بکار برده شده
۱	نخ پنبه‌ای ۱۲ لا	نخ تار و نخ پود کلفت	قالی‌های ٦٠ و ٨٠ جفت (نمونه فرش‌های ۱و۲)
۲	نخ پنبه‌ای ۸ لا	نخ تار و نخ پود کلفت	قالی ۱۰۰ جفت (نمونه فرش ۳)
۳	نخ پنبه‌ای ٦ لا	نخ تار و نخ پود کلفت	قالی‌های ۱۲۰ و ۱٤۰ جفت (نمونه فرش‌های ٤و٥)
٤	نخ پشمی ۲ لا	نخ خاب	قالی ٦٠ جفت (نمونه فرش ۱)
٥	نخ پشمی ۲ لا	نخ خاب	قالی ۸۰ جفت (نمونه فرش ۲)
٦	نخ پشمی ۲ لا	نخ خاب	قالی‌های ۱۰۰ و ۱۲۰ جفت (نمونه فرش‌های ۳و٤)
۷	نخ فاستونی ٤ لا (دو ۲ لای بدون تاب)	نخ خاب	قالی ۱٤۰ جفت (نمونه فرش ٥)
۸	نخ پنبه‌ای ٤ لا	نخ پود نازک	قالی ٦٠ جفت (نمونه فرش ۱)
۹	نخ پنبه‌ای ٤ لا	نخ پود نازک	قالی‌های ۸۰ و ۱۰۰ جفت (نمونه فرش های ۲و۳)
۱۰	نخ پنبه‌ای ۲ لا	نخ پود نازک	قالی‌های ۱۲۰ و ۱٤۰ جفت (نمونه فرش های ٤و٥)

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]

جدول ۳- نمره نخ خاب مصرفی

شماره فرش	نمره نخ خاب (Tex)	نمره نخ خاب (Ne)
۱	۵۱۳/٤	۸۷/۰
۲	۳۰۱/۵	۱/۹٦
۳	۲۸۸/۰	۲/۰۵
٤	۱٤٤/۰	٤/۱۰
۵	۱۰۲/٦	۵/۷٦

جدول ٤- قطر الیاف پشم به‌کار رفته در پرز فرش‌ها

شماره نخ	متوسط قطر الیاف پشم (میکرون)
٤	۳۲/٦
۵	۳۳/۷
٦	۳۰/۸
۷	۳۰/۳

گلجام
فصلنامه
علمی پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره هشت
پاییز ۱۳۸٦

جدول ۵- مشخصات فیزیکی فرش‌ها

شماره فرش	ضریب اصطکاک روی فرش	ضریب اصطکاک پشت فرش	میانگین ارتفاع خاب (mm)	میانگین ضخامت فرش(mm) تحت بار ۲۰ گرم بر سانتی‌متر مربع	میانگین ضخامت فرش(mm) تحت بار ۵۰ گرم بر سانتی‌متر مربع	میانگین ضخامت فرش(mm) تحت بار ۱۰۰ گرم بر سانتی‌متر مربع
۱	۰/۸۳	۰/٤۹	۷/۰۰	۱۰/۱۸	۹/۳۵	۵/۱۰
۲	۰/۷۰	۰/٤۸	٦/۸۰	۱۰/٤۰	۹/۹۷	۵/۹۲
۳	۰/٦۷	۰/٤۷	۵/٤۰	۸/۳۱	۸/۱۲	٤/۸۲
٤	۰/٦۵	۰/۵۱	٦/۸۰	۹/۲۰	۸/۵۸	۵/۲۸
۵	۰/۷۰	۰/٤۸	٦/۲۰	۸/۳٤	۷/۹	٤/۷۵

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]

جدول ٦- مشخصات ساختمانی فرش‌ها

شماره فرش	تراکم (جفت)	تراکم (گره بر سانتی متر مربع)	وزن واحد سطح (گرم بر سانتی متر مربع)
١	٦٠	٢١/٦	٠/٢٣٧
٢	٨٠	٣١	٠/٢٧٦
٣	١٠٠	٤٩	٠/٢٤٥
٤	١٢٠	٦٨/٦	٠/٢٢٩
٥	١٤٠	٨٤	٠/٢٨٦

جدول ٧- مشخصات هر فرش طی بارگذاری

شماره فرش	سطح زیر منحنی بارگذاری (میلی‌مترمربع)	سطح زیر منحنی باربرداری (میلی‌متر مربع)	مجموع دوسطح (میلی متر مربع)	اختلاف دوسطح (میلی‌متر مربع)	فاصله افقی از صفر تا نقطه برگشت (میلی‌متر)	فاصله افقی از نقطه برگشت تا انتها (میلی‌متر)	مجموع فواصل (میلی‌متر)	اختلاف فواصل (میلی‌متر)
١	٥١٧/٤	٣٩٠/٢	٩٠٨/٦	١٢٦/٢	٢١/٠	٢١/٨	٤٢/٨	٠/٨
٢	٥٠٦/٠	٤٠٦/٤	٩١٢/٤	٩٩/٦	١٧/٠	١٩/٨	٣٦/٨	٢/٨
٣	٤٥٠/٠	٣٨٣/٠	٨٣٣/٠	٦٧/٠	١٤/٨	١٧/٠	٣١/٨	٢/٢
٤	٥١٠/٢	٣٦٨/٢	٨٧٨/٤	١٤٢/٠	١٤/٦	١٦/٦	٣١/٢	٢/٨
٥	٤٤٧/٨	٣٧٨/٠	٨٥٦/٠	٩٩/٦	١٤/٢	١٦/٠	٣٠/٢	١/٨

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]

۵. پی‌نوشت‌ها:

1- Walking comfort
2- Acoustic properties
3- Thermal properties
4- Durability
5- Appearance retention: Texture
6- Appearance retention: Color
7- Appearance retention: Soling
8- Dimensional stability
9- Flammability
10- Electrical properties
11- Tetrapod Walker Machine
12- WIRA Dynamic Loading
13- WIRA carpet static loading
14- Jamming

۶. فهرست منابع

1. Vangheluwe L. and Kiekens P., "Resilience Properties of Polypropylene Carpets", Textile Research Journal, September 1997, pp. 671-676.
2. Grover G., Zhu S. and Twilley C., "Dynamic Mechanical Properties of Carpet Yarns and Carpet Performance", Textile Research Journal, May 1993, pp. 257-266.
3. Phillips K.J., Ghosh T.K. and Dickey D.A., "Stress Relaxation of Tufted Carpet Components: Analysis of the Carpet Structure", Textile Research Journal, June 2005, pp. 458-491.
4. Liu H., Tandon S.K. and Wood E.J., "Probability Fracture Mechanics of Wear in wool Carpet, Part I: Wear Model of Cut Pile Carpet", Textile Research Journal, November 2002, pp. 954-958.
5. Wilding M.A., Lomas B. and Woodhouse A.K., "Changes Due to Wear in Tufted Pile Carpets", Textile Research Journal, November 1990, pp. 627-640.
6. Lamb G.E.R., Kepka S. and Miler B., "Studies of Appearance Retention in carpets", Textile Research Journal, February 1990, pp.103-107.
7. Robinson G., Carpet and other Floor covering, 1972.
8. Carnaby G.A. and Wood E.J., "The Physics of Carpets", Journal of Textile Institute, 1989, 80, No. 1, pp.71-90.
9. Booth j. E., Principles of Textile Testing, 1968.
10. Ross D. A. and Palmer D. V., "A Simple Static Loading Device for Carpets", Journal of Textile Institute, 1973, No. 11, pp. 676-678.
11. Finch R. B., "Compressional Behavior of Textile Materials, I: Measurment at a Constant Rate of Deformation", Textile Research Journal, March 1948, pp. 165-177.
12. El-shiekh A. and Hersh S. P., "The Deformation and Recovery of Cut-pile Carpets: A Theoretical Analysis", Studies in Modern Fabrics: Papers of the Diamond Jubilee Conference of the Textile Institute, London, 1970, pp. 159-180.
13. Barach J. L., "Dynamic Studies of Carpet Resilience", Textile Research Journal, June 1949, pp. 355-362.
14. Steenlandt W. V, et al, "Automatic Assessment of Carpet Wear Using Image Analysis and Neural Networks", Textile Research Journal, September 1996, pp.555-561
15. Xu B., "Assessing Carpet Appearance Retention by Image Analysis", Textile Research Journal, December 1994, pp. 697-709

۱۶. گرجیان، جبرئیل، «خواص عمومی فیزیکی کفپوش‌ها»، سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۲.

۱۷. «تعیین کم شدن ضخامت تحت فشار بار متحرک در کفپوش‌های نساجی»،جزوه استاندارد شماره ۸۹۰، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1386.3.8.14.6]