



## کاربرد روش تحلیل واریانس عاملی در ارزیابی اثرات تاب نخ، تراکم گره و ارتفاع خاب بر میزان تغییرات ارتفاع خاب فرش ماشینی تحت تاثیر بار استاتیکی و دینامیکی

عباسعلی اعظمی<sup>۱</sup>، معصومه اکبری فوجردی<sup>۲</sup>، پدram پیوندی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری تکنولوژی نساجی، دانشگاه یزد، azami213@stu.yazd.ac.ir
۲. کارشناسی ارشد آمار ریاضی، دانشگاه پیام نور واحد شرق تهران، akbari.masoume@yahoo.com
۳. استادیار دانشکده نساجی، دانشگاه یزد، peivandi@yazd.ac.ir

### چکیده

فرش مانند دیگر محصولات نساجی در اثر استفاده، به مرور زمان آسیب دیده و مستهلک می گردد. یکی از آسیبهای فرش تخت شدگی فرش تحت بارهای استاتیکی و دینامیکی می باشد. در این تحقیق اثر عوامل تاب نخ، تراکم گره و ارتفاع خاب بر تغییر ارتفاع خاب فرش ماشینی تحت تاثیر بارهای استاتیکی و دینامیکی از روش تحلیل واریانس عاملی بررسی شده است. داده های مورد نیاز با استفاده از روش نمونه گیری جمع آوری گردید و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت نتایج این تحقیق نشان می دهد که اختلاف معنا داری بین تغییر ارتفاع خاب فرش تحت تاثیر نیروهای استاتیکی و دینامیکی با توجه به تاب نخ، تراکم گره و ارتفاع خاب اولیه وجود دارد و هر یک از این عوامل به صورت اثرهای ثابت و متقابل بر آن فاکتورها تاثیر دارد.

کلمات کلیدی: واریانس عاملی، فرش ماشینی، تاب نخ، تراکم گره، ارتفاع خاب، بار استاتیکی، بار دینامیکی

### ۱- مقدمه

افزایش استحکام پایل در فرشهای ماشینی به واسطه نفوذ بهتر آهار پرداخت [۱]. حسینی ورکیانی و همکاران عوامل مختلف پرزدهی فرشهای ماشینی اکریلیکی را مورد بررسی قرار دادند [۲]. دیاری و شیخ زاده نجار به روش مدل سازی نیروهای وارده بر خاب فرشهای پرز- بریده را مورد تحلیل قرار دادند [۳].

در این پژوهش به کمک تحلیل واریانس عاملی اثر عوامل تاب نخ، تراکم گره و ارتفاع خاب بر تغییر ارتفاع خاب فرش ماشینی تحت تاثیر بارهای استاتیکی و دینامیکی مورد بررسی قرار می گیرد.

### ۲- تجربی

در بین آزمایشات استاندارد فرش دو آزمایش تغییر ارتفاع خاب فرش تحت بار استاتیکی و دینامیکی اهمیت خاصی دارد. این پارامترها ارتباط بسیار نزدیکی به خصوصیات

فرش مانند هر کالای دیگر در اثر استفاده از آن دچار آسیب دیدگی می شود. آسیب هایی چون تغییر رنگ کل یا بخشی از فرش در مقابل نور خورشید، ساییش نخهای خاب یا پرز در اثر تماس با کف پا یا کفش، تخت شدگی خاب در اثر پا خوردن های مکرر و عدم بازگشت خاب به حالت اولیه از عیوب خاص فرش می باشد. از آنجا که فرش یک نوع کفپوش است بیشترین آسیب های وارده به فرش بر روی نخهای خاب آن رخ می دهد زیرا بیشترین عملیات مکانیکی روی این نخ ها انجام شده و خاب فرش بیش از قسمتهای دیگر تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می گیرد از طرف دیگر ظاهر فرش را همین پرزها تشکیل می دهند و هر گونه آسیب وارده بر آنها می تواند ظاهر و در نتیجه زیبایی فرش را دچار افت شدید نماید بر همین اساس محققین زیادی بر روی خصوصیات مختلف فرش پژوهش نموده اند. دادگر به بررسی



در این رابطه  $Y_{ijrm}$  معرف تغییر خاب فرش تحت بار استاتیکی یا بار دینامیکی محاسبه شده در بردار  $m$  (م) تکرار  $m$  (م) در سطح  $i$  عامل  $A$  (تاب نخ)، در سطح  $J$  عامل  $B$  (تعداد گره) و در سطح  $r$  عامل  $C$  (ارتفاع خاب اولیه فرش) است.  $\mu$  میانگین کل جامعه است که از مجموع همه جامعه های کاربردهای ممکن با ترکیب  $i, j, r$  تشکیل می شود.  $\alpha$  اثر ثابت تاب نخ یعنی  $(\mu_i - \mu)$ ،  $\beta$  اثر ثابت تعداد گره  $(\mu_j - \mu)$  و  $\gamma$  اثر ثابت ارتفاع خاب اولیه یعنی  $(\mu_r - \mu)$  می باشد. همچنین  $\alpha\gamma$  و  $\gamma\beta$  به ترتیب اثر متقابل عوامل

A-B یعنی  $(\mu_{ij} - \mu_i - \mu_j + \mu)$  و

A-C یعنی  $(\mu_{ir} - \mu_i - \mu_r + \mu)$  و

B-C یعنی  $(\mu_{rj} - \mu_r - \mu_j + \mu)$  و

$\gamma\beta\alpha$  اثرهای متقابل هر سه عامل A-B-C می باشد.  $e_{ijrm}$  معرف خطای تصادفی می باشد.

به این ترتیب در تحلیل واریانس سه عامل مورد مطالعه، هفت فرضیه مورد بررسی و آزمون قرار می گیرد.

الف. فرضیه ای که بر پایه آن میانگین همه سطوح عامل "تاب نخ" در جامعه با هم برابر است و در نتیجه اثرهای اصلی آن صفر است بنابراین داریم:

$$H_0: \alpha_i = 0$$

همه  $\alpha$  ها برابر صفر نیستند:  $H_1$

ب: فرضیه ای که بر پایه آن میانگین همه سطوح عامل "تعداد گره" در جامعه با هم برابر است و در نتیجه اثرهای اصلی آن صفر است بنابراین داریم:

$$H_0: \beta_j = 0$$

همه  $\beta$  ها برابر صفر نیستند:  $H_1$

ج: فرضیه ای که بر پایه آن میانگین همه سطوح عامل "ارتفاع خاب اولیه" در جامعه با هم برابر است و در نتیجه اثرهای اصلی آن صفر است بنابراین داریم:

$$H_0: \gamma_r = 0$$

همه  $\gamma$  ها برابر صفر نیستند:  $H_1$

د: فرضیه ای که بر پایه آن بین عوامل "تاب نخ و تعداد گره" اثر متقابل وجود ندارد. یعنی:

$$H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0$$

همه  $(\alpha\beta)$  ها برابر صفر نیستند:  $H_1$

نخهای تشکیل دهنده و ساختار فرش دارند. این پارامترها مطابق استاندارد ملی به شماره ۸۹۵ و ۸۹۰ اندازه گیری می شود [۴-۵].

## ۱-۲- تهیه نمونه ها

برای این تحقیق ۱۰۸ نمونه فرش با خاب اکریلیک آماده شد و میزان تغییرات خاب تحت بار استاتیکی و دینامیکی دو نمونه فرش تحت هر یک از شرایط آزمایش، اندازه گیری شد. عوامل تاب نخ در سه سطح (T.P.M) (۲۲۰-۲۰۰-۱۸۰)، تراکم گره در سه سطح  $(n/10cm^2)$  (۱۰۰۰-۵۹۵-۵۰۰) و ارتفاع خاب اولیه فرش در سه سطح (mm) (۱۱-۸-۹) به عنوان متغیرهای مستقل تعریف شدند.

## ۳- تحلیل واریانس عاملی

تحلیل واریانس عاملی یکی از پرکاربردترین تکنیکهای آماری در پژوهشها می باشد. این تکنیک، یک روش ریاضی برای کاهش داده ها می باشد. در واقع منطق تحلیل عاملی، کاهش مجموعه بزرگی از متغیرها به چند عامل اساسی می باشد فرض اساسی تحلیل عاملی این است که عامل های زیربنایی متغیرها را می توان برای تبیین پدیده های پیچیده به کار برد و همبستگی های مشاهده شده بین متغیرها، حاصل اشتراک آنها در این عاملهاست. هدف تحلیل عاملی تشخیص این عامل های مشاهده ناپذیر بر پایه مجموعه ای از متغیرهای مشاهده پذیر است [۶]. تحلیل عاملی نامی عمومی برای برخی از روش های آماری چند متغیره که هدف اصلی آن خلاصه کردن داده است می باشد. این روش به بررسی همبستگی درونی تعداد زیادی از متغیرها می پردازد [۷]. در این تحقیق هر عامل در سه سطح مورد بحث قرار می گیرد. مدل اثر ثابت برای تحلیل مورد نظر در مطالعه جاری با توجه به تاثیر سه عامل در نظر گرفته شده را می توان به صورت رابطه (۱) نوشت [۸].

$$Y_{ijrm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_r + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ir} + (\gamma\beta)_{jr} + (\alpha\beta\gamma)_{ijr} + e_{ijrm} \quad (1)$$

$$i=1,2,3 \text{ و } j=1,2,3 \text{ و } r=1,2,3 \text{ و } m=1,2$$



نخ، ارتفاع خاب اولیه و تراکم گره، تغییرات ارتفاع خاب متفاوتی را در بارهای استاتیکی و دینامیکی ایجاد می نماید.  $R^2$  کسب شده برای تغییرات خاب تحت بار استاتیکی بیانگر آن است که ۷۷٪ از تغییرات متغیر وابسته توسط عوامل مستقل در نظر گرفته شده، توضیح داده می شود.  $R^2$  کسب شده برای تغییرات خاب تحت بار دینامیکی بیانگر آن است که ۹۵/۲٪ از تغییرات متغیر وابسته توسط عوامل مستقل در نظر گرفته شده، توضیح داده می شود.

### نتیجه گیری

با توجه به جدول آنالیز واریانس اختلاف معناداری بین تغییر ارتفاع خاب فرش تحت نیروهای استاتیکی و دینامیکی با توجه به تاب نخ، تراکم گره و ارتفاع خاب اولیه وجود دارد و هر یک از این عوامل به صورت اثرهای ثابت و متقابل بر آن فاکتورها تاثیر دارد.

### سیاسگزاری

از شرکت فرش شیخ صفی اصفهان و انجمن کنترل کیفی کاشان به دلیل همکاری در تهیه نمونه ها و انجام آزمایشات کمال تشکر و قدردانی را داریم.

### مراجع

۱. دادگر، مهران. "افزایش استحکام پایل در فرشهای ماشینی به واسطه نفوذ بهتر آهار"، ششمین کنفرانس ملی مهندسی نساجی، ایران، ۱۳۸۶، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. حسینی ورکیانی، سید محمد؛ عبدالملکی، سحر؛ سید مرتضی حسینی، زهرا. "بررسی عوامل موثر بر پرزدهی فرشهای ماشینی اکریلیکی"، ششمین کنفرانس ملی مهندسی نساجی، ایران، ۱۳۸۶، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان
3. Dayiary M.B., Shaikhzadeh Najjar S., Shamsi M., "An Experimental Verification of Cut-Pile Carpet Compression Behavior", The Journal of The Textile Institute, vol. 101, No. 6 488-494, June 2010.

ه: فرضیه ای که بر پایه آن بین عوامل "تعداد گره و ارتفاع خاب اولیه" اثر متقابل وجود ندارد. یعنی:

$$H_0 : (\gamma\beta)_{rj} = 0$$

همه  $(\gamma\beta)$  ها برابر صفر نیستند:  $H_1$

و: فرضیه ای که بر پایه بین عوامل "تاب نخ و ارتفاع خاب اولیه" اثر متقابل وجود ندارد. یعنی:

$$H_0 : (\alpha\gamma)_{ik} = 0$$

همه  $(\alpha\gamma)$  ها برابر صفر نیستند:  $H_1$

ز: فرضیه ای که بر پایه آن بین عوامل "تاب نخ، تعداد گره و ارتفاع خاب اولیه" اثر متقابل وجود ندارد

$$H_0 : (\alpha\beta\gamma)_{ijr} = 0$$

همه  $(\alpha\beta\gamma)$  ها برابر صفر نیستند:  $H_1$

برای تحلیل واریانس از نرم SPSS استفاده شده است [۹].

### نتایج و بحث

جدول (۱) و (۲) نتایج تحلیل واریانس حاصل از این بررسی را نشان می دهد. بر اساس این جدول و آزمونهای انجام شده اثرهای اصلی و متقابل تاب، تراکم گره و ارتفاع خاب اولیه به صورت زیر است:

الف: آزمون F اثر اصلی عامل تاب، تراکم گره و ارتفاع خاب اولیه برای تغییر خاب، تحت بار استاتیکی و دینامیکی معنادار است در نتیجه فرض  $H_0$  رد می شود بنابراین می توان گفت که میزان تاب، تراکم گره و ارتفاع خاب اولیه بر تغییرات خاب فرش تحت بارهای استاتیکی و دینامیکی موثر است.

ب: آزمون F اثرهای متقابل دو عاملی "میزان تاب - تراکم گره"، "میزان تاب - ارتفاع خاب اولیه" و "تراکم گره - ارتفاع خاب اولیه" برای تغییرات ارتفاع خاب تحت بار استاتیکی و دینامیکی معنادار است در نتیجه فرض  $H_0$  رد می شود بنابراین می توان گفت حداقل یکی از ترکیبهای مختلف در هر یک اثرهای متقابل مذکور، تاثیر متفاوت معناداری بر تغییرات ارتفاع خاب تحت بارهای استاتیکی و دینامیکی دارد.

ج: آزمون F اثر متقابل سه عاملی (تاب - تراکم گره - ارتفاع خاب اولیه) معنادار است در نتیجه ترکیبهای مختلف تاب



۴. استاندارد ملی ایران شماره ۸۹۵، کفیوش های نساجی، روش تعیین کاهش ضخامت فرش تحت اثر بار ثابت.
۵. استاندارد ملی ایران شماره ۸۹۰، کفیوش های نساجی، تعیین ضخامت فرش تحت بار متحرک، روش آزمون.
۶. هومن، حیدر علی. تحلیل داده‌های چند متغیری در پژوهش‌های رفتاری. تهران: انتشارات پیک فرهنگ، ۱۳۹۰.
۷. کلانتری، خلیل. پردازش و تحلیل داده‌ها در تحقیقات اجتماعی-اقتصادی. چاپ ششم. تهران: انتشارات شریف، ۱۳۹۴.
۸. Montgomery D.C. "Design and Analysis of Experiment ": 3th Ed. John Wiley & Sons.
۹. یعسوبی، حسین. آموزش شماتیک آنالیز داده‌ها با SPSS. چاپ اول. تهران: انتشارات پندار پارس، ۱۳۹۴.

جدول (۱): نتایج آماری تغییر خاب تحت تاثیر بار استاتیکی

منبع تغییر	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات خطا	F	سطح معنا دار
تاب نخ	۱۳۶	۲	۶۸	۴۱	۰
ارتفاع خاب	۴۰۴	۲	۲۰۲/۰۵۶	۱۲۳	۰
تراکم گره	۲۰۱	۲	۱۰۰	۶۱	۰
ارتفاع خاب * تاب نخ	۴۱	۴	۱۰	۶	۰/۰۰۱
تراکم گره * تاب نخ	۲	۴	۰	۰	۰
تراکم گره * ارتفاع خاب	۳۴	۴	۸	۵	۰/۰۰۳
تراکم گره * ارتفاع خاب * تاب نخ	۵۰	۸	۶	۳	۰/۰۰۴
خطا	۴۴	۲۷	۱		
کل	۹۱۴	۵۳			

$R^2=0.77$

جدول (۲): نتایج آماری تغییر خاب تحت تاثیر بار دینامیکی

منبع تغییر	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات خطا	F	سطح معنا دار
تاب نخ	۸۹۳	۲	۴۴۶	۲۲	۰
ارتفاع خاب	۱۶۴	۲	۸۲/۰۲۷	۴	۰/۰۲۶
تراکم گره	۳۰	۲	۱۵	۰	۰
ارتفاع خاب * تاب نخ	۲۵۶	۴	۶۴	۳	۰/۰۲۵
تراکم گره * تاب نخ	۸۹	۴	۲۲	۱	۰
تراکم گره * ارتفاع خاب	۴۱	۴	۱۰	۰	۰
تراکم گره * ارتفاع خاب * تاب نخ	۲۸۹	۸	۳۶	۱	۰
خطا	۵۲۷	۲۷	۱۹		
کل	۲۲۹۳	۵۳			

$R^2=0.952$