بررسی تاثیر عوامل فیزیکی پارچه بر آویزش عینی و ذهنی آن

علیرضا قادری، علیرضا مستحفظیان ، محمدصالح احمدی*

یزد، دانشگاه یزد، دانشکده مهندسی نساجی، صندوق پستی ۷۴۱ـ۸۹۱۹۵

ms.ahmadi@yazd.ac.ir

تارخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۷ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۳/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۸

چکیده

آویزش پارچه یکی از ویژگی‌هایی مهم تأثیرگذار بر زیبایی‌شناسی و راحتی پوشاک است. در این تحقیق اثر عوامل مهم فیزیکی پارچه شامل وزن، ضخامت، تراکم، طول خمشی در سه راستای طولی، عرضی و اریب در ۲۶ نمونه پارچه مختلف تاری و پودی (با بافت‌های تافته، سرژه و ساتین) و حلقوی بر ضریب آویزش پارچه‌ها آنها مورد بررسی قرار گرفت. ضریب آویزش با دو روش عینی (با انجام آزمایش کیوسیک) و ذهنی (رتبه بندی توسط ۵ داور) ارزیابی شد. سپس با تحلیل رگرسیون غیر خطی چند متغیره ارتباط مشخص شد مؤثرترین عامل در پیش بینی ضریب آویزش پارچه، طول خمشی آن در دو راستای طولی و عرضی است. با توجه رابطه‌ای توسعه یافته برای پیش بینی ضریب آویزش بر اساس دو عامل مذکور مشخص گردید که ضریب همبستگی بین نتایج تجربی و پیش‌بینی مدل برابر با ۰/۹۰ و مقادیر خطا در محدوده ۰/۲۵ تا ۵/۴۲ درصد با میانگین ۱/۳۹ درصد بوده که حاکی از انطباق خوب بین نتایج مدل و نتایج روش کیوسیک است. همچنین از مقایسه رتبه بندی پارچه ها بر اساس نتایج مدل و نتایج ارزیابی ذهنی داوران مشخص گردید که رتبه ۱۵ نمونه پارچه در هر دو روش یکسان بوده و در سایر نمونه ها اختلاف محدود به یک رتبه می‌شود.

کلمات کلیدی: آویزش پارچه، طول خمشی، ارزیابی ذهنی، ارزیابی عینی، رگرسیون چند متغیره غیرخطی

Investigating the Influence of Physical Fabric Parameters on Objective and Subjective Drape

Alireza Ghaderi, Alireza Mostahfezian, Mohammad Saleh Ahmadi*

Department of Textile Engineering, Yazd University, Yazd, Iran, P.O. Box: 89195-741

ms.ahmadi@yazd.ac.ir

Abstract

The drape of fabric is one of the features that influence the aesthetics and comfort of clothing. In this study conducted an investigation into the impact of key physical fabric parameters, including weight, thickness, density, bending length (in longitudinal, transverse and oblique directions) in 26 different woven (with plain, twill, and satin weaves) and knitted fabrics, with respect totheir drape coefficient. The drape coefficient was evaluated through both objective (utilizing the Cusick test) and subjective (involving the ranking by a panel of 5 judges) methods. Subsequently, by Nonlinear multivariate regression analysis, it was determined that the most effective factors in predicting the drape coefficient of the fabrics are its bending length in both longitudinal and transverse directions. According to the relationship developed for predicting the drape coefficient based on the two mentioned factors and calculating the error percentage, it was found that the correlation coefficient between the experimental and the predicted results was 0.90 and the error values ranged from 0.25 to 5.42% with an average of 1.39%, which indicates a good agreement between the model results and the results of the Cusick method. Furthermore, from a comparative analysis between the ranking of fabrics based on the model results and the subjective evaluation results, it was found that the rank of 15 fabric samples is the same in both methods and the difference is limited to one rank in other samples.

Keywords: Fabric drape, Bending length, Subjective evaluation, Objective evaluation, Nonlinear multivariate regression

۱- مقدمه

آویزش پارچه به عنوان یکی از ویژگی های مهم آن تعریف می‌شود[۱]. آویزش بر اساس شکل پارچه زمانی که در اثر وزن خودش آویزان می‌شود قابل تعریف می‌باشد. این ویژگی خاص اجازه می‌دهد که پارچه در بیش از یک جهت خم شود و حسن ظاهری برازنده‌ای ایجاد کند؛ همچنین یکی از عواملی است که در زیبایی شناسی پارچه بسیار اثرگذار است [۲]. اندازه گیری آویزش پارچه از دیرباز مورد توجه محققان نساجی بوده است [۳]. امروزه با پیشرفت فناوری اهمیت این موضوع بیشتر شده تا بتوان ظاهر منسوجات را پیش بینی کرد. به دلیل اهمیت آویزش پارچه در طراحی و تولید پوشاک و منسوجات و با توجه به پیچیدگی این پدیده، پژوهشگران از جوانب مختلف به تحقیق در این زمینه پرداخته‌اند که به توسعه‌ی روش‌ها و ابزارهای اندازه‌گیری آویزش پارچه [۴-۷] و شبیه سازی مدل سازی رفتار آویزشی پارچه بوسیله رایانه منجر گردیده است [۸ و ۹]. ساراک و همکاران[۱۰]، ارتباط ضریب آویزش با وزن و تراکم نسبی پارچه را بررسی نمودند. سولی [۱۱]، به بررسی اثر تراکم پودی، نمره نخ پود و کشش نخ تار بر خواص خمش و آویزش پارچه پرداخت و مشاهده نمود که ضریب آویزش پارچه با افزایش تراکم پودی و ضخامت نخ پود افزایش پیدا می‌کند ولی کشیدگی نخ تار تأثیر زیادی بر آویزش پارچه ندارد. اوزدیل [۱۲]، نیز به کمک همکاران اثر میزان تاب نخ، تراکم پودی، الگوی بافت، تعداد لای نخ و نمره نخ را بر خواص خمشی و آویزش پذیری پارچه‌های تافته و ساتین پنبه‌ای مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که خواص آویزش پارچه‌های ساتین بهتر از پارچه‌های تافته است. اردکانی و همکاران[۱۳]، آویزش پارچه‌های تاری و پودی را مورد بررسی قرار داده و با استفاده از روش کیوسیک و اعمال نیروی متمرکز و به کارگیری روش رگرسیون، همبستگی بین مقادیر آویزش و عوامل محاسبه شده را بدست آوردند. رضایی و همکاران [۱۴]، آویزش پارچه‌های تاری و پودی را با مدل‌سازی به کمک شبکه جرم و فنر مورد بررسی قرار دادند. مدل جرم و فنر به کمک مقدار سختی فنر بدست آمده از نمودار هیسترزیس شبیه سازی شد. نتایج نشان داد شبیه سازی برای پارچه با بیشترین تراکم پودی (۲۸پود در سانتی متر) و کمترین ابعاد (۱۰×۱۰ سانتی متر مربع) دارای بهترین تطابق با نتایج تجربی به مقدار ۹۱/۴۶٪ بود. نمیرانیان و مدرسی [۱۵] رفتار قالب پذیری پارچه های فاستونی پشم/پلی استر (٪ ۴۵-۵۵) با ساختارهای بافت مختلف را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند با افزایش مدول خمشی، قالب پذیری کاهش می یابد. عرشی و همکاران [۱۶] طول، سختی و مدول خمشی پارچه های تاری- پودی ساده را با ارائه یک مدل مکانیکی بر اساس نظریه خمش میله های کشسان یک سر گیردار محاسبه کردند. پس از محاسبه پارامترهای ساختاری پارچه با بهره گیری از معادله های پیرس بر اساس جنس، نمره، خواص کششی نخ های تار و پود و ضخامت پارچه، طول خمشی نمونه های پارچه تا رسیدن به زاویه ۴۱/۵° در شرایط نظری تخمین زده شد. نتایج نشان

داد مدل ارائه شده به خوبی قابلیت پیش بینی طول خمشی پارچه را دارد. هرل و امیربیات [۱۷] به عنوان بخشی از یک مطالعه گسترده در مورد کمانش، دریافتند که شکل هندسی تغییر شکل پارچه را می توان به دو گروه بی بعد مرتبط دانست که مربوط به خمش، غشاء و انرژی های پتانسیل است. همچنین امیربیات و هرل [۱۸] در مطالعه ای با موضوع آناتومی کمانش پارچه های نساجی و آویزش و شکل پذیری، اهمیت فنی کمانش پیچیده پارچه‌های نساجی را مورد بررسی قرار داده و محدودیت‌های مکانیک کاربردی مرسوم و رویکردهای تجربی نساجی را مورد بحث قرار دادند. همچنین طرحی کلی از یک تجزیه و تحلیل مکانیکی را ارائه دادند که مستقیماً برای مواد هوکی همسانگرد قابل استفاده است و نتایج محاسبات عددی را با نشان دادن تأثیر تغییر پارامترها ارائه می دهد. هو و یوک-فانگ [۱۹] به بررسی رابطه بین ضریب آویزش پارچه و خواص مکانیکی آن برای پارچه‌های تاری-پودی با استفاده از چهار مدل رگرسیون پرداختند. نتایج نشان داد استفاده از مدل رگرسیون لگاریتمی منجر به جوابهای دقیق‌تری می‌شود. دقیق تر باشد. می دانیم که خواص خمشی و برشی با ضریب دراپ رابطه نزدیکی دارند. همچنین مشخص شد هشت پارامتر شامل پنج خاصیت خمشی و برشی، وزن، زبری سطح و یک خاصیت کششی همبستگی بالایی با ضریب آویزش دارند. شیر و همکاران [۲۰] یک سامانه اندازه‌گیری خودکار آویزش پویا که با آویزش سنج کیوسیک یکپارچه شده بود را توسعه دادند و با بهره‌گیری از روش پردازش تصویر به بررسی ارتباط بین ضریب آویزش ایستا و پویای پارچه های تاری-پودی با شانزده ویژگی فیزیکی پارچه مبتنی بر سامانه ارزیابی کاواباتا برای پارچه پرداختند. سند و کسیدی [۲۱] توانستند با تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه، نمرات رتبه بندی شده به دست آمده از تجزیه و تحلیل ذهنی آویزش را با استفاده از وزن، مدول خمشی و کشسانی پارچه با ضریب همبستگی ۰/۹۴ پیش بینی کنند.

گرچه مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد که تحقیقات زیادی بر روی پیش بینی آویزش پارچه بر اساس عوامل مختلف صورت گرفته است، اما همچنان در زمینه پیش بینی آویزش بر اساس عوامل فیزیکی پارچه که تأثیر قابل توجهی بر ارزیابی ذهنی آن داشته و می توانند به عنوان عوامل کلیدی در استنتاج افراد از رفتار آویزشی پارچه پس از رؤیت یا لمس آن در نظر گرفته شوند، نیاز به انجام تحقیقات گسترده‌تر وجود دارد. همانگونه که اشاره شد برخی مطالعات پیشین ضریب آویزش را با برخی خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه که با استفاده از سیستم ارزیابی کاواباتا قابل اندازه گیری است مرتبط دانستند [۱۹ و ۲۰]. در این موارد اندازه گیری خواص مذکور نیاز به تجهیزات خاصی داشته که در دسترس بسیاری از محققین قرار ندارد و در صورت وجود نیز این کار کمکی به تسریع یا تسهیل اندازه‌گیری ضریب آویزش نمی‌کند. لذا هدف از این پژوهش یافتن ارتباط مابین ضریب آویزش و برخی خواص فیزیکی پارچه که به راحتی قابل اندازه گیری هستند

می باشد. در این تحقیق رابطه‌ای بین آویزش عینی و ذهنی پارچه با عوامل فیزیکی پارچه شامل ضخامت، وزن، تراکم و طول خمشی در راستاهای طولی، عرضی و اریب بررسی شده است تا بر اساس آن رابطه‌ای میان ضریب آویزش پارچه و پارامترهای فیزیکی موثر توسعه یابد و نتایج با ارزیابی ذهنی آویزش توسط داوران نیز مقایسه گردد تا بدون نیاز به دستگاه آویزش‌سنج کیوسیک، بتوان ضریب آویزش پارچه را با تخمین قابل قبول پیش‌بینی نمود.

۲- تجربیات

۲-۱- اندازه گیری خواص فیزیکی

برای انجام این تحقیق ۲۶ نمونه پارچه با بافت‌های تاری و پودی (تافته، سرژه و ساتین) و حلقوی تهیه شد. پارامترهای فیزیکی شامل وزن، ضخامت، تراکم تاری و تراکم پودی (تراکم حلقه در نمونه حلقوی)، طول خمشی در سه راستای طولی، عرضی و اریب (۴۵ درجه) برای نمونه‌ها اندازه گیری شد. وزن نمونه ها با ترازوی با دقت ۰/۰۱ و ضخامت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه ضخامت سنج پارچه SDL-Shirley انگلستان با ۱۰ بار تکرار برای هر نمونه اندازه‌گیری شد. برای این منظور با توجه به استاندارد شماره ۱-۷۲۲۰ سازمان ملی استاندارد ایران، نمونه ها ۲۴ ساعت قبل در محیط آزمایشگاه قرار گرفتند.

با استفاده از دستگاه فلکسومتر ، طول خمشی نمونه‌ها در راستاهای طولی، عرض و اریب با توجه به استاندارد ۱۸۷۶۹ سازمان ملی استاندارد ایران اندازه‌گیری شد. برای این‌کار در هر راستا، برای هریک از پارچه‌ها سه نمونه با عرض ۲/۵ سانتی متر و طول ۲۰ سانتی متر تهیه شد. آزمونه‌ها به گونه ای برش داده شدند که بدون نخ تار مشترک در آزمونه های تاری، بدون نخ پود مشترک در آزمونه‌های پودی و بدون نخ تار و پود مشترک در نمونه‌های اریب باشند. آزمونه‌ها با توجه به استاندارد در شرایط محیطی قرار گرفت. دستگاه فلکسومتر دستگاه بر روی سطحی صاف قرار داده شد و سپس هر یک از آزمونه‌ها بر روی دستگاه به نحوی قرار گرفت که عرض آزمونه منطبق بر لبه جلویی دستگاه و طول آن در راستای طول دستگاه باشد. خط کش دستگاه که درجه بندی آن بر حسب میلی‌متر می‌باشد بر روی آزمونه قرار گرفت و به آرامی و با سرعت یکنواخت به همراه آزمونه به جلو حرکت داده شد تا آزمونه در اثر وزن خود خم شده و لبه آن بین دو خط شاخص دستگاه قرار گیرد؛ در این حالت عدد روی خط‌کش را به عنوان طول خمشی آزمونه ثبت شد. مقادیر طول خمشی در هر راستا با میانگین گرفتن از مقادیر به دست آمده از سه آزمونه برای هر نمونه محاسبه شد. نتایج حاصل از هریک از آزمایش‌ها در جدول۱ آمده است.

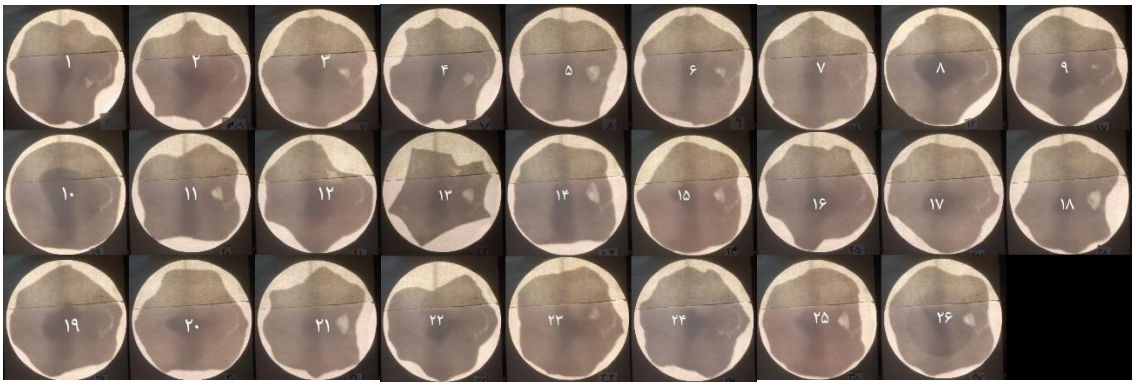
جدول۱. خواص فیزیکی پارچه ها

کد پارچه	وزن (g/m^2)	ضخامت (mm)	تراکم تاری (1/cm)	تراکم پودی (1/cm)	طول خمشی طولی(mm)	طول خمشی عرضی(mm)	طول خمشی اریب(mm)	نوع بافت
1	104.43	0.13	66	30	19.5	18.6	19.3	تاری پودی، سرژه ۲/۱
2	126.9	0.3	57	30	21.8	17.1	17.8	تاری پودی، سرژه ۴/۱
3	113.65	0.3	41	36	19.8	19	18.6	تاری پودی، تافته
4	123.89	0.37	32	32	16.6	14	21.3	تاری پودی، سرژه ۲/۱
5	136.68	0.41	39	21	21.1	14.8	19.8	تاری پودی، سرژه ۲/۱
6	118.72	0.27	35	26	22.3	18.3	16.6	تاری پودی، تافته
7	133.05	0.34	39	11	20.3	16.6	19.3	تاری پودی، سرژه ۲/۱
8	263.92	1.00	12	12	20.1	26.8	19	تاری پودی، تافته
9	127.11	0.28	35	27	22.5	15.6	19.8	تاری پودی، تافته
10	395.75	0.97	26	11	32.6	26.1	38	تاری پودی، سرژه ۲/۱
11	120.93	0.29	54	30	21.8	9.5	15.5	تاری پودی، سرژه ۲/۱
12	127.67	0.3	30	12	21	13.3	19.6	تاری پودی، سرژه ۲/۱
13	140.52	0.8	14	9	21.1	2.3	2.8	حلقوی پودی (گردباف)
14	117.74	0.35	35	25	18.1	16.1	19.3	تاری پودی، تافته
15	143.08	0.37	25	23	20.5	17.1	17.5	تاری پودی، سرژه ۲/۱
16	123.84	0.34	57	12	20.5	13	19.1	تاری پودی، سرژه ۲/۱
17	125.06	0.33	34	19	20.6	19	17.6	تاری پودی، سرژه ۲/۱
18	125	0.3	57	36	19.8	11.6	12.1	تاری پودی، سرژه ۴/۱
19	134.07	0.29	39	29	24	16.6	21.8	تاری پودی، سرژه ۲/۱
20	127.38	0.38	32	22	20.1	19.3	16.8	تاری پودی، تافته
21	129.8	0.33	25	12	18	15.5	19.5	تاری پودی، سرژه ۲/۱
22	128.81	0.32	56	32	21.3	14.1	19	تاری پودی، سرژه ۳/۱
23	120.02	0.34	34	26	18	18	17.1	تاری پودی، تافته
24	118.8	0.28	33	27	16.5	18.8	19.3	تاری پودی، تافته
25	124.84	0.35	35	27	22.6	18.6	20	تاری پودی، تافته
26	45.86	0.05	42	30	28.1	19.3	20.5	تاری پودی، تافته

* نمونه شماره(۱۳) پارچه حلقوی می‌باشد و عدد گزارش شده در ستون تراکم تاری مربوط به تراکم ردیف و ستون تراکم پودی مربوط به تراکم رج می‌باشد.

۲-۲- اندازه گیری ضریب آویزش

یکی از روش های متداول برای اندازه‌گیری آویزش پارچه‌ها استفاده از روش کیوسیک می‌باشد. در این روش نمونه‌ای دایره‌ای از پارچه بر روی پایه دستگاه قرار گرفته و با تابش نور از پایین، سایه‌ی پارچه بر روی یک لایه کاغذ فوقانی افتاده و شکل آویزش آنها مشخص می‌شود. ضریب آویزش پارچه از تقسیم مساحت سایه به مساحت دایره اولیه به دست می آید. برای اندازه گیری آویزش پارچه‌ها، طبق استاندارد ۲۹۹۶ سازمان ملی استاندارد ایران، نمونه‌هایی به قطر ۳۰ سانتی متر تهیه و به مدت ۲۴ ساعت قبل در شرایط محیطی آزمایشگاه قرار گرفت. نمونه های هر پارچه بر روی صفحه دستگاه قرار گرفت به نحوی که سوزن دستگاه بر مرکز آزمونه‌های هر نمونه قرار گیرد پس از بستن سر پوش دستگاه و روشن نمودن چراغ دستگاه، سایه حاصل از افتایش پارچه‌ها بر روی کاغذ قرار گرفته روی سطح شفاف فوقانی شکل گرفت. با استفاده از یک دوربین که در مرکز و با فاصله ثابت از سطح فوقانی دستگاه کیوسیک عمود بر آن تنظیم گردید، از سایه تشکیل شده توسط هم نمونه تصویربرداری شد. در ادامه با استفاده از نرم افزار ImageJ مساحت سطح سایه در تصاویر آویزش هر نمونه بدست آمد و با تقسیم این مقادیر بر مساحت یک دایره به قطر ۳۰ سانتی متر ضریب آویزش هر یک از نمونه‌ها محاسبه شد. شکل ۱ تصاویر حاصل از سایه ایجاد شده توسط نمونه ها در آزمایش کیوسیک را نشان می‌دهد.



شکل ۱. تصاویرحاصل از سایه ایجاد شده توسط نمونه ها در آزمایش کیوسیک

۲-۳- ارزیابی ذهنی آویزش

نمونه‌های پارچه توسط پنج داور مختلف به صورت ذهنی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای سهولت انجام این کار نمونه‌ها با توجه به شکل پروفایل بدست آمده از آزمایش کیوسیک و ضریب آویزش بدست آمده، به چهار گروه تقسیم شدند. سپس از داوران خواسته شد تا به طور جداگانه پارچه‌ها را با توجه به شکل ظاهری و آویزش آن‌ها مشاهده نموده و در هر گروه پارچه ها را رتبه‌بندی کنند. پنج داور بصورت مجزا و بدون اطلاع از نظر یکدیگر امتیاز خود را به صورت رتبه های عددی

اعلام نمودند؛ به طوری که عدد کمتر نشانه آویزش کمتر و عدد بیشتر نشان دهنده ضریب آویزش بیشتر بود. در نهایت پنج امتیاز که توسط داوران به هر یک از نمونه‌ها تعلق گرفته بود، میانگین گرفته شد و نمونه های هر گروه از امتیاز کم به زیاد مرتب شدند. شکل ۲ نمونه های یک گروه را که به منظور ارزیابی ذهنی بر روی پایه قرار داده شده‌اند را نشان می دهد.

شکل ۲. نمونه های یک گروه برای ارزیابی ذهنی

۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از اندازه گیری ضریب آویزش پارچه ها توسط آزمایش کیوسیک حاصل شد در جدول ۲ قابل مشاهده می‌باشد.

همچنین گروه بندی نمونه‌ها و امتیازهای تعلق گرفته به هر نمونه توسط داوران در ارزیابی ذهنی در جدول ۳ قابل مشاهده می‌باشد.

جدول۲. ضریب آویزش پارچه‌ها، حاصل از آزمایش کیوسیک

کد پارچه	ضریب آویزش (٪)	کد پارچه	ضریب آویزش (٪)
1	87	14	88
2	84	15	89
3	90	16	85
4	82	17	90
5	86	18	84
6	91	19	90
7	91	20	90
8	94	21	84
9	89	22	84
10	97	23	89
11	84	24	87
12	84	25	92
13	65	26	91

پس از وارد کردن داده‌ها در نرم افزار اکسل و بررسی اولیه مشخص شد که رابطه‌ای بین داده‌ها از مدل رگرسیون خطی چندگانه پیروی نمی‌کند. در واقع بر اساس تحلیل آماری انجام شده ارتباط خطی معناداری مابین متغیرهای مستقل و وابسته وجود نداشت. لذا بررسی‌های اولیه برای بررسی میزان انطباق داده‌ها با مدل های رگرسیون غیرخطی انجام گردید. با در نظر گرفتن حالات متعدد و بر اساس تحلیل آماری، میزان همبستگی بین متغیرها با ضریب آویزش مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت مشخص گردید که بالاترین ضریب همبستگی رگرسیون غیرخطی زمانی قابل دستیابی است که تنها متغیرهای طول خمشی طولی و عرضی در پیش بینی ضریب آویزش مد نظر قرار گیرند.

جدول۳: نتایج حاصل از ارزیابی ذهنی نمونه‌ها

گروه	کد پارچه	داور اول	داور دوم	داور سوم	داور چهارم	داور پنجم	میانگین امتیازات داوران
گروه اول	6	4	3	4	4	3	3.6
	8	2	2	3	2	2	2.2
	10	1	1	1	1	1	1
	20	6	5	6	6	6	5.8
	25	5	6	5	5	5	5.2
	26	3	4	2	3	4	3.2
گروه دوم	1	4	3	2	3	2	2.8
	2	7	7	5	5	6	6
	3	2	2	3	2	3	2.4
	15	5	5	6	6	5	5.4
	17	1	1	1	1	1	1
	19	3	4	4	4	4	3.8
	24	6	6	7	7	7	6.6
گروه سوم	5	4	5	4	3	4	4
	7	2	3	2	1	3	2.2
	9	3	2	3	4	2	2.8
	14	6	4	5	6	5	5.2
	21	7	6	7	7	6	6.6
	22	5	7	6	5	7	6
	23	1	1	1	2	1	1.2
گروه چهارم	4	2	3	2	2	1	2
	11	5	6	4	5	6	5.2
	12	1	1	1	1	2	1.2
	13	6	5	6	6	5	5.6
	16	3	2	3	4	3	3
	18	4	4	5	3	4	4

با تعیین ضرایب و توان های دو متغیر مذکور رابطه پیش بینی ضریب آویزش به صورت رابطه ۱ به دست آمد و ضریب همبستگی بین نتایج تجربی و پیش‌بینی مدل برابر با ۰/۹۰ محاسبه گردید.

$$DC\% = ۴/۰۶ \times (LBL)^{۰/۴۵} + ۴۳/۲۲ \times (TBL)^{۰/۱۸} \quad (۱)$$

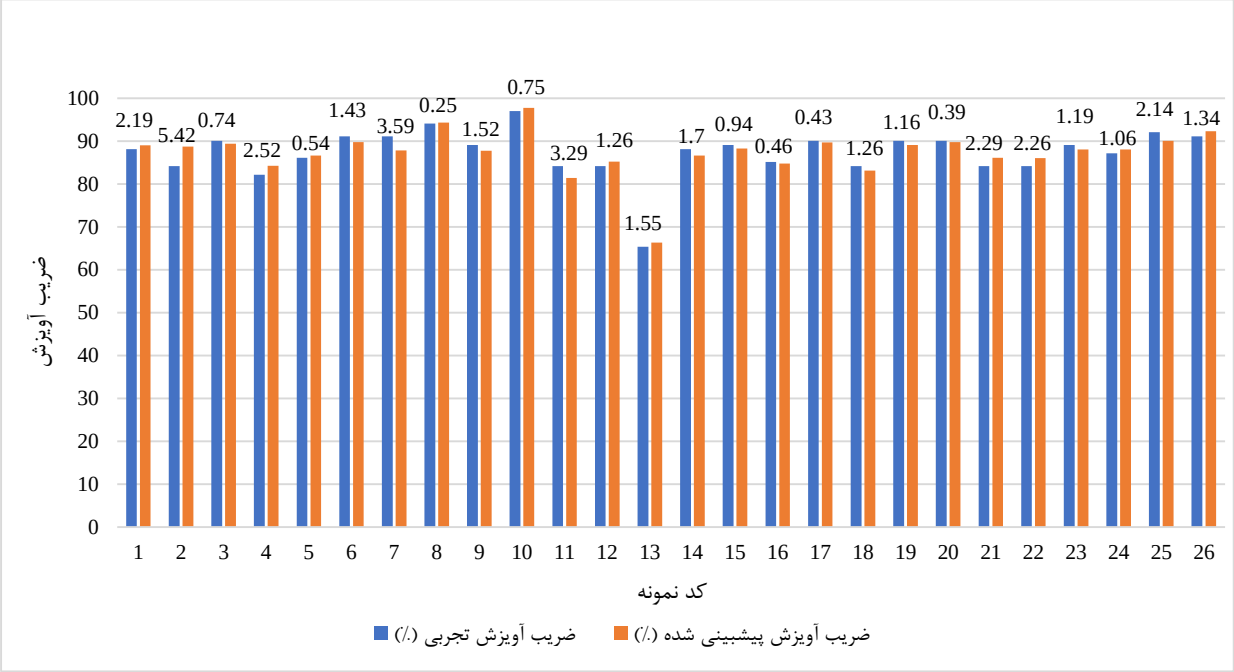
که در آن DC ضریب آویزش پارچه (درصد)، LBL طول خمشی در راستای طولی (بر حسب میلی‌متر) و TBL طول خمشی عرضی (بر حسب میلی‌متر) می‌باشد.

مثبت بودن ضرایب در فرمول نشان دهنده این است که با افزایش پارامترهای طول خمشی طولی و عرضی، ضریب آویزش پارچه افزایش یافته در نتیجه پارچه آویزش.کمتری خواهد داشت.

احتمالاً دلیل اینکه در پیش بینی ضریب آویزش، همبستگی بالا بین داده ها تنها زمانی که متغیرهای طول خمشی طولی و عرضی مد نظر قرار گیرد، حاصل گردیده است این است که سایر متغیرهای فیزیکی مورد مطالعه در این پژوهش شامل وزن، ضخامت و طول خمشی اریب گرچه بر ضریب آویزش تاثیرگذارند، اما اثر خود را بر روی طول خمشی در دو راستای طولی و عرضی نشان می‌دهند و در واقع دو متغیر مذکور به نحوی منعکس کننده اثر سایر متغیرهای فیزیکی نیز هستند. رابطه به دست آمده بین این دو متغیر و ضریب آویزش می تواند یک رابطه کارگشا در پیش بینی ضریب آویزش پارچه ها با انجام آزمایش ساده طول خمشی در دو راستای طولی و عرضی باشد و فرد را از انجام آزمایش کیوسک که نیازمند دستگاه پیچیده تر، صرف زمان بیشتر و مصرف پارچه بیشتر است بی‌نیاز سازد.

در شکل ۳ مقادیر ضریب آویزش مدل (محاسبه شده) و مقادیر حاصل از آزمایش کیوسیک (تجربی) با هم مقایسه شده اند. همچنین درصد خطا با استفاده از رابطه ۲ محاسبه و در نمودار، بالای ستون‌ها مشخص گردیده است.

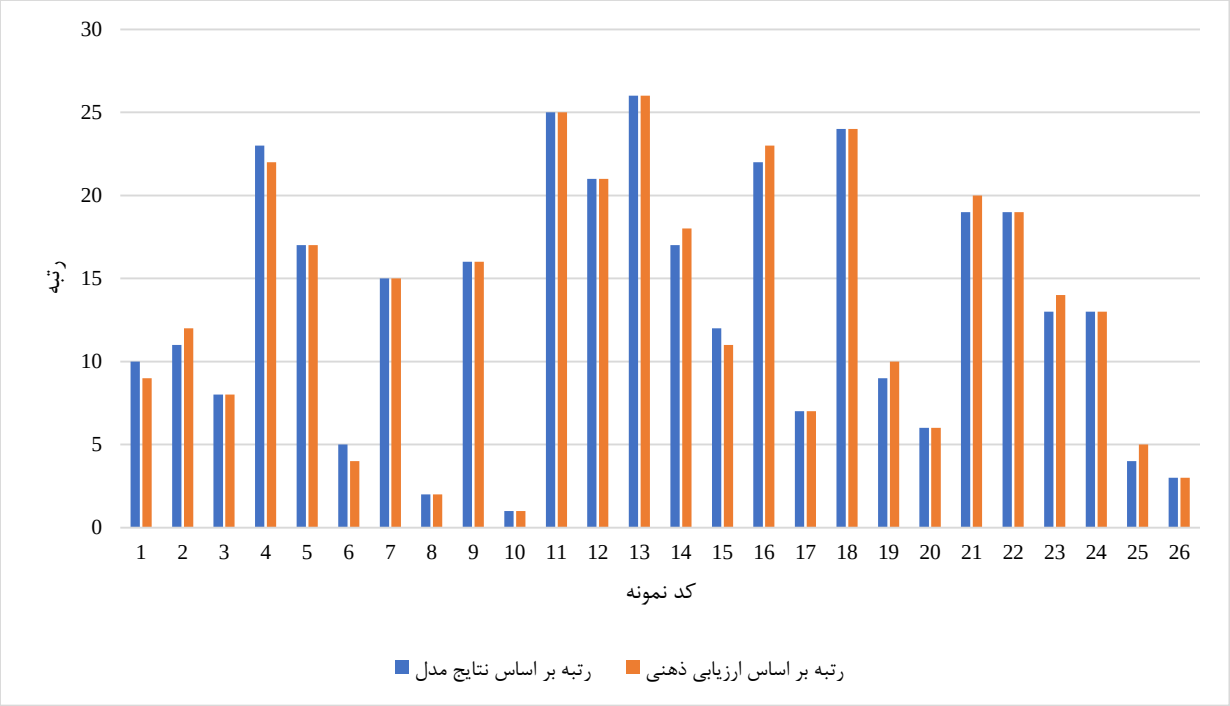
$$\text{درصد خطا} = \frac{\text{ضریب آویزش تجربی} - \text{ضریب آویزش محاسبه شده}}{\text{ضریب آویزش تجربی}} \times ۱۰۰ \quad (۲)$$



شکل ۳. مقایسه ضریب آویزش تجربی و پیش بینی شده (اعداد روی میله‌ها درصد خطا بین نتایج تجربی و پیش بینی مدل در هر نمونه را نشان می دهند)

همانطور که دیده می‌شود مقادیر خطا در محدوده ۰/۲۵ تا ۵/۴۲ درصد با میانگین ۱/۳۹ درصد است که ناچیز بودن اختلاف بین بین نتایج مدل و تجربی را نشان می‌دهد.

نمونه پارچه‌ها طبق ضریب آویزش بدست آمده از مدل رگرسیون و همچنین براساس امتیازهای داوران در ارزیابی ذهنی رتبه بندی شدند که رتبه کمتر نشان دهنده آویزش کمتر می‌باشد. نتایج مقایسه رتبه بندی نمونه‌ها با دو روش در شکل ۴ قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۴. مقایسه نتایج رتبه بندی بر اساس مدل رگرسیون و ارزیابی ذهنی (کد پارچه :x , رتبه:y)

میزان خطا از تفاضل رتبه مدل و رتبه ارزیابی ذهنی بدست آمده است. با مقایسه‌ی دو رتبه بندی و میزان خطای آن می-توان دریافت که دو روش رتبه بندی مشابهت بسیار زیادی با هم دارند و در نتیجه نتایج مدل رگرسیون انطباق خوبی با نتایج حاصل از ارزیابی ذهنی داوران داشته است. همچنین دیده می‌شود در مواردی که دو روش رتبه های متفاوتی اعلام کرده‌اند، این اختلاف نهایتاً در حد یک رتبه بوده است. دلیل این اختلاف را نیز می توان به شباهت بسیار زیاد رفتار آویزشی پارچه ها در موارد فوق الذکر نسبت داد که این مسئله را می‌توان با مقایسه نتایج تجربی ضریب آویزش در آن نمونه ها دریافت کرد.

برای اعتبارسنجی رابطه بدست آمده سه نمونه پارچه مجزا از نمونه‌های قبلی انتخاب و طول خمشی طولی و عرضی و ضریب آویزش تجربی آن‌ها با روش کیوسیک اندازه گیری شد و پس از محاسبه ضریب آویزش نظری بر اساس رابطه ۱، مقادیر تجربی و مدل با یکدیگر مقایسه گردید (جدول۴). همانگونه که دیده می‌شود درصد خطای محاسبه شده بین دو روش تجربی و نظری حداکثر ۱/۹۲ درصد بوده است که حاکی از دقت بالای مدل در پیش بینی ضریب آویزش است.

جدول۴. نتایج اعتبارسنجی مدل

کد پارچه	طول خمش طولی (mm)	طول خمش عرضی (mm)	ضریب آویزش پیش بینی شده (٪)	ضریب آویزش تجربی (٪)	درصد خطا
الف	۲۲/۳	۲۵/۵	۹۳/۸۳	۹۵/۰۵	۱/۳
ب	۱۳/۵	۱۶/۶	۸۴/۷۶	۸۳/۱۶	۱/۹۲
ج	۳۲/۲	۲۷/۱	۹۷/۶۴	۹۶/۸۴	۰/۸۳

بر اساس نتایج بدست آمده در این پژوهش، آویزش پارچه های تاری-پودی و حلقوی را می‌توان با داشتن طول خمشی در دو راستای طولی و عرضی با دقت مناسب پیش بینی نمود. البته لازم به ذکر است که طول خمشی پارچه خود یک پارامتر مستقل نبوده و متأثر از پارامترهای پایه‌ای دیگری است. خواص کششی الیاف تشکیل دهنده پارچه به ویژه مدول کششی تأثیر مهمی بر روی طول خمشی پارچه دارد. به طور کلی الیافی که دارای مدول کششی بالاتر هستند مقاومت بیشتری در برابر خمش از خود نشان می دهند. همچنین پارامترهای ساختاری پارچه که عمدتاً بر رفتار اصطکاکی بین الیاف و نخها تأثیر می گذارند، تاثیر مهمی بر طول خمشی پارچه دارند. به طور کلی هر چه قابلیت حرکت الیاف و نخها روی یکدیگر بیشتر بوده و یا به عبارتی اصطکاک کمتری بین آنها برقرار باشد قابلیت خم شدن پارچه بیشتر می‌شود [۲۲].

در ارتباط با این مسئله می‌توان به اثر تراکم پارچه، همان‌گونه که در پژوهش سولی [۱۱] مورد بررسی قرار گرفته است و یا اثر طرح بافت مطابق با تحقیق اوزدیل [۱۲] اشاره نمود. اما آنچه که اهمیت دارد این است که نتایج کار حاضر محققین را از انجام آزمون های متعدد و بعضاً پیچیده برای پیش بینی ضریب آویزش پارچه بی‌نیاز می‌سازد و با توجه به اینکه اثر عوامل مکانیکی و ساختاری اثرگذار بر ضریب آویزش، در طول خمشی مستتر می‌باشد، فرد را قادر می‌سازد تنها با انجام آزمایش ساده طول خمشی، تخمین نسبتاً دقیقی از ضریب آویزش به دست آورد.

۴- نتیجه گیری

در این تحقیق ۲۶ نمونه پارچه تهیه گردید و پارامترهای وزن، ضخامت، طول خمشی در سه راستای طولی، عرضی و اریب (۴۵ درجه) و همچنین ضریب آویزش با روش کیوسیک برای آن‌ها اندازه گیری شد. همچنین ارزیابی ذهنی آویزش پارچه ها توسط پنج داور انجام گردید و بر این اساس پارچه ها رتبه بندی شدند. بر اساس تحلیل رگرسیون غیر خطی چندمتغیره مشخص گردید که پارامترهای طول خمشی طولی و طول خمشی عرضی تأثیر بسزایی در ضریب آویزش پارچه داشته و در نتیجه رابطه‌ای میان این دو متغیر با ضریب آویزش حاصل شد. از مقایسه نتایج ضریب آویزش تجربی با نتایج مدل مشخص شد که مقادیر درصد خطای پیش‌بینی در محدوده ۰/۲۵ تا ۵/۴۲ درصد با میانگین ۱/۳۹ درصد است که که حاکی از انطباق خوب نتایج تجربی و نظری است. همچنین

رتبه بندی پارچه‌ها بر اساس مقادیر ضریب آویزش نظری با رتبه بندی حاصل از ارزیابی ذهنی داوران مقایسه گردید. مشخص شد که دو روش در این زمینه مشابهت بسیار زیادی با یکدیگر دارند و موارد اختلاف نهایتاً در حد یک رتبه می باشد

در مجموع، رابطه به دست آمده برای پیش‌بینی ضریب آویزش می تواند یک رابطه مفید باشد که به فرد اجازه دهد بدون نیاز به انجام آزمایش کیوسک که نیازمند دستگاه پیچیده تر، صرف زمان بیشتر و مصرف پارچه بیشتر است، تنها با انجام آزمایش ساده طول خمشی در دو راستای طولی و عرضی ضریب آویزش پارچه را با دقت قابل قبول پیش‌بینی نماید.

۵- مراجع:

[1]. Lo, M.W, Hu, J.L, Li, L.K, Modeling a fabric drape profile, Text. Res. J., 72(5), 454-463, 2002

[2]. Hearle, J.W.S, Grosberg, P, Backer, S, Structural mechanics of fibers, yarns, and fabrics, Vol. 1,Wiley-Interscience, 1969.

[3]. Chu, C. C., Cummings, C. L., & Teixeira, N. A., Mechanics of elastic performance of textile materials. Part V: a study of the factors affecting the drape of fabrics-the development of a drapemeter. Text. Res. J., 20(8), 539-548, 1950

[4]. Cusick, G.E, The Measurement of Fabric Drape, J. Text. Inst., 59(6), 253-260, 1968.

[5]. Hearle, J.W.S., Amirbayat, J, The Design of a Multipurpose Fabric Tester, J. Text. Inst., 4, 588-597, 1988.

[6]. Collier, B.J, Measurement of Fabric Drape and Its Relation to Fabric Mechanical Properties and Subjective Evaluation, Cloth. Text. Res. J., 10(1), 46-52, 1991.

[7]. Stylios, G.K, Zhu, K, The Characterization of the Static and Dynamic Drape of Fabrics, J. Text. Inst., 88(4), 465-475, 1997.

[8]. Kenkare, M, Lamar, T.A.M, Pandurangan, P, Eischen, J, Enhancing accuracy of drape simulation . Part 1: Investigation of drape variability via 3D scanning, J. Text. Inst., 99(3), 211-218, 2008.

[9]. Buyukaslan, E, Kalaoglu, F, Jevsnik, S, Drape simulation and subjective assessment of virtualdrape, 17th World Textile Conference AUTEX, Corfu, Greece, 2017.

[10]. Šarac, T, Stepanović, J, Demboski, G, Petrović, P, Fabric Draping and Cotton Fabric Structure Relation Analysis, Adv. Technol., 4(1), 84-88, 2015.

[11]. Süle, G, Investigation of bending and drape properties of woven fabrics and the effects of fabric constructional parameters and warp tension on these properties, Text. Res. J., 82(8), 810-819, 2012.

[12]. Özdil N, Özgüney, A.T, Süpüren Mengüç, G, Sertsöz, S, Influence of Yarn and Fabric Construction Parameters on Drape and Bending Behavior of Cotton Woven Fabrics, Tekst Konfeksiyon, 24(2), 169-179, 2014.

[۱۳]. اردکانی ط.، هادی پور ش.، علمدار ع.ا.، سنجش افتایش پارچه های تاری پودی با بکارگیری روش اعمال نیروی

[17]. Hearle, J. W. S., and J. Amirbayat, Analysis of drape by means of dimensionless groups, Text. Res. J., 56(12), 727-733, 1986.

[18]. Amirbayat, J. and Hearle, J. W. S., The anatomy of buckling of textile fabrics: Drape and conformability. J. Text. Inst, 80(1), 51-70, 1989.

[19]. Hu, J., and Yuk-Fung, C., Effect of fabric mechanical properties on drape, Text. Res. J., 68(1), 57-64, 1998.

[20]. Shyr, T. W., Wang, P. N., and Cheng, K. B., A comparison of the key parameters affecting dynamic and static drape coefficients of natural fibre woven fabrics by a newly devised dynamic drape automatic measuring system. Fibres Text. East. Eur., 15(3), 81, 2007.

[21]. Sanad, R. and Cassidy, T., Investigating garment drape behaviour. J. Fiber Bioeng. Inform., 8(1), 47-56, 2015.

[22]. Fan, J., and Lawrance, H., Engineering apparel fabrics and garments. Woodhead Publishing in Textiles, Oxford, 2009.

متمرکز،هشتمین کنفرانس ملی مهندسی نساجی ایران،یزد، ۱۳۹۱.

[۱۴]. رضایی ف.، پیوندی پ.، ابراهیمی س.، شبیه سازی رفتار آویزش پارچه با استفاده از مدل جرم و فنر، علوم و فناوری نساجی و پوشاک، ۴، ۱۱-۳، ۱۳۹۳.

[۱۵]. نمیرانیان ب.، مدرسی و.، بررسی تاثیر خصوصیات مکانکیی بر رفتار قالب پذیری پارچه فاستونی، علوم و فناوری نساجی و پوشاک، ۱، ۱۴-۹، ۱۳۹۱.

[۱۶]. عرشی ع.، مقسم ع.، گوهری س.ز.، پیش بینی رفتار خمش پارچه تاری- پودی با استفاده از مدل مکانیکی بر اساس نظریه خمش میله کشسان یک سر گیردار، علوم و فناوری نساجی و پوشاک، ۳، ۳۸-۲۹، ۱۳۹۲.