

پیش بینی ضریب آویزش پارچه باتوجه به پارامترهای کمی با استفاده از منطق فازی

فاطمه علینقی ندوشنی^۱، پدram پیوندی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نساجی پوشاک، دانشگاه یزد، f.alinaghi95@gmail.com

^۲ دانشیار دانشکده نساجی، دانشگاه یزد، peivandi@yazd.ac.ir

چکیده

یکی از خصوصیات مهم پارچه که آن را از سایر مواد مسطح مانند کاغذ و ورق‌های پلاستیکی متمایز می‌کند توانایی آن برای آویزش می‌باشد، به دلیل اهمیت آویزش پارچه در طراحی و تولید، پوشاک این خاصیت از بعدهای مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته است. یکی از مهمترین این جوانب در مرحله طراحی پارچه بررسی اثر ساختار و پارامترهای ساختمانی پارچه بر آویزش آن می‌باشد. تاثیر سه مورد از مهمترین پارامترها یعنی وزن مترمربع پارچه و تراکم تار و تراکم پود بر ضریب آویزش پارچه‌های تار پودی مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله از منطق فازی مبتنی بر دانش انسانی برای پیش بینی ضریب آویزش پارچه‌های مختلف استفاده شده است. نتایج حاصل نشان داد که قدر مطلق درصد میانگین خطای محاسبه شده بین مقادیر تجربی و پیش بینی شده کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که مدل پیشنهادی بطور مطلوب ضریب آویزش را پیشگویی میکند.

کلمات کلیدی
آویزش، ضریب آویزش، منطق فازی،
پارچه های تار پودی

1- مقدمه

یکی از ویژگیهای پارچه که آن را از سایر مواد مانند کاغذ و ورق‌های پلاستیکی متمایز می‌کند، توانایی آن برای آویزش سه بعدی است. در این پدیده مکانیکی، پارچه در اثر تنش‌های کوچک، دچار تغییر شکل‌های بزرگ خمشی و برشی می‌گردد. این ویژگی، یک عامل بسیار مهم در تعیین زیبایی و عملکرد پارچه و پوشاک تهیه شده از آن به شمار می‌آید که به وسیله آن پارچه قادر خواهد بود تا شکل‌های دلخواهی مانند انحناهای بدن و یا چین‌ها و تاخوردگی‌های منظم و دلپذیری را در برخی البسه ایجاد به خود بگیرد. از سایر کاربردهایی که آویزش در آن نقش مهم و اساسی ایفا میکند، میتوان به پارچه‌های مورد استفاده برای پرده، رومیزی اشاره نمود [1]. به دلیل اهمیت خاصیت آویزش پارچه در طراحی و تولید پوشاک و منسوجات با توجه به پیچیدگی‌های این پدیده، محققان متعددی از جوانب مختلف به تحقیق در این زمینه پرداخته‌اند که توسعه روشها و ابزارهای اندازه‌گیری ضریب آویزش پارچه، بررسی تاثیر خواص مکانیکی پارچه بر آویزش آن، شبیه‌سازی و مدلسازی رفتار آویزشی پارچه به وسیله رایانه و مطالعه تاثیر پارامترهای پوشاک مانند اندازه و موقعیت درز بر آویزش آن و همچنین بررسی تاثیر ساختار و ساختمان پارچه بر آویزش آن اشاره نمود. با مراجعه به منابع علمی، تعداد کمی کارهای تحقیقاتی در رابطه با مطالعه تاثیر پارامترهای ساختمانی پارچه و به ویژه وزن مترمربع پارچه، تراکم تار و تراکم پود بر آویزش میتوان یافت. با بررسی اثر تراکم پود و تار بر خواص خمشی و آویزش پارچه می‌توان مشاهده نمود که ضریب آویزش پارچه با افزایش تراکم پود و تار، افزایش پیدا میکند. مطالعات در این مورد قبلاً توسط Chu و همکارانش شروع شد [2]، سپس کیوسیک یک دستگاه براساس اصول آویزش تعریف شده توسط Chu و همکارانش معرفی کرد. بسیاری از مطالعات آزمایشی و تئوری شامل شبیه سازی های کامپیوتری بعد از آنها انجام شد. کارهای تحقیقاتی مختلفی بر روی آویزش پارچه ها انجام شده است، از جمله تحقیقات انجام گرفته می‌توان به مدلسازی رفتار آویزش پارچه، پیش بینی رفتار آویزش پارچه های مختلف، بررسی رفتار پارچه های تار پودی، حلقوی یا کشفاف ساده، بدون درز و درز دار تاثیر دوخت بر میزان آویزش پارچه، و معرفی دستگاه جدید برای ارزیابی آویزش پارچه را می‌توان نام برد [3].

سامانه پیشنهادی در این مقاله در زمینه‌ی آویزش پارچه به کمک دانش افراد خبره و به کمک منطق فازی برای پارچه‌های مختلف با خصوصیات متفاوت بدست آمده است که قبلاً با انجام آزمایش و محاسبات، محاسبه می‌گردید، اما این سامانه قادر است با توجه به خصوصیات پارچه ضریب آویزش پارچه را بدست آورد.

اولین مطالعه اندازه گیری آویزش در سه بعد توسط Chu ارائه شد. هنگامی که متود اندازه گیری آویزش پارچه با استفاده از دستگاه آویزش سنج FRL پذیرفته شد Chu قابلیت آویزش پارچه را تحت عنوان ضریب آویزش ($DC/\%$) تعریف کرد که DC یا ضریب آویزش عبارت است از نسبت سایه ایجاد شده بر اثر تابش عمودی نور بر نمونه آویخته به سطح کل آن می‌باشد و به صورت درصد بیان می‌گردد. سپس یک دستگاه آویزش سنج

دیجیتالی برای ارزیابی ضریب آویزش با استفاده از فتوسل ولتاژ طراحی کرد [4]، آویزش سنج Cusick مورد استفاده قرار گرفت اما با این تفاوت که یک سطح کاغذ فتوسل ولتاژ برای محدود کردن نور بسته شده توسط پارچه آویزش شده روی یک پایه به کار برد. یک نمایشگر دیجیتالی مقدار تور جذب شده توسط فتوسل ولتاژ را نشان داد که به مقدار آویزش پارچه نسبت داده شد. می کیفیت و خواص برجسته بسیاری از منسوجات از تکنیکهایی ارزیابی می شوند که به شدت به حس بشری ارتباط دارد. این اطلاعات معمولاً به وسیله پرسنل واحد صنعتی در ساختمان تولید یا کنترل به دست می آید، این ارزیابی فردی محدود است زیرا تحت تاثیر تعصبات فردی و بی ثباتی قرار می گیرد [5]. اخیراً این تمایل به وجود آمده است که تکنولوژی هایی به کار گرفته شوند تا ساز گاری و قابلیت اعتماد بیشتری داشته باشند و اطلاعات صحیحی برای کاربردهای بعدی فراهم آورند. سیستم ها دیداری و ترکیب دوربین و رایانه مورد نیاز است تا با توانایی چشم و مغز انسان رقابت کند و در ارزیابی های نساجی موفقیت کسب کند [6,7].

2- طرح مسئله

زیر دست یک از مهمترین ملاکهای مورد نظر مصرف کنندگان پارچه برای انتخاب پارچه در مصارف گوناگون است [8] وقتی مصرف کننده پارچه را لمس می کند، در تماس پوستش با پارچه حسی را دریافت می کند که با آن حس درباره کیفیت پارچه نظر می دهد. احساسی که هر قضاوت کننده دریافت کند. از کیفیت تماسی پارچه بر می خیزد که برآیندی از خواص فیزیکی و بالادست خواص مکانیکی پارچه است. تاکنون تلاشهای بسیاری برای تعیین عامل های موثر در این خصوصیت و میزان تاثیر هر یک صورت گرفته است عموماً زیردست پارچه به ویژگی هایی از جمله ضخامت، وزن، سختی زیری پستی بلندی سطح و فشردگی خواص کششی و برشی پارچه نسبت داده می شود. بدون شک ویژگیهای خمشی پارچه یک از عوامل اصلی موثر در تعیین کمی مشخصه زیر دست. است. برای تبدیل مشخصه کیفی زیر دست به یک مشخصه کمی برای تهیه پارچه آبی با زیردست مورد نظر لازم است یکایک عاملهای مکانیکی موثر در زیر دست پارچه کاملاً تحت نظر بوده تا بتوان قبل از یافته شدن پارچه آن، عامل را تعیین نمود و خواص پارچه را پیش بینی کرد. لازمه این امر پیش بینی روابط ویژگیهای مکانیکی پارچه از جمله ویژگیهای خمشی است، به این منظور به طور خاص در مورد خمش پارچه تاکنون مطالعات بسیاری روی رفتار خمشی پارچه های تار پودی و حلقوی صورت گرفته است.

2.1- تعریف آویزش

معمولاً قابلیت آویزش به عنوان تغییر شکلی از تاخوردن پارچه هنگامی که پارچه ، به پایین آویزان بدون هیچ نیروی خارجی می شود توصیف می شود. این خصوصیت منحصر به فرد روی یک پارچه حس زیبایی در ظاهر آن را نشان میدهد که روی مواد دیگر مانند کاغذ یا ورق های پلاستیکی وجود ندارد. اساساً آویزش پارچه تحت تاثیر خصوصیات فیزیکی پارچه مثل خمش پارچه وزن و ضخامت پارچه است و به پارامترهایی مانند ساختار پارچه نوع نخ ، نوع لیف و نوع عملیات تکمیل بستگی دارد . این خصوصیت منحصر به فرد روی یک پارچه حس زیبایی در ظاهر آن را نشان میدهد که روی مواد دیگر مانند کاغذ یا ورق های پلاستیکی وجود ندارد [9,10,11,12,13,14,15]. آویزش پارچه ها معمولاً با استفاده از تکنیکهایی ارزیابی می شود که وابسته به اندازه گیری مساحت در سطحی است که مورد آویزش قرار می گیرد این تکنیک استاندارد وابستگی بسیاری به دقت اندازه گیری داشته و علاوه بر آن تنها قادر است که ضریب آویزش را اندازه کند.

$$DC = \frac{w_2}{w_1} \times 100$$

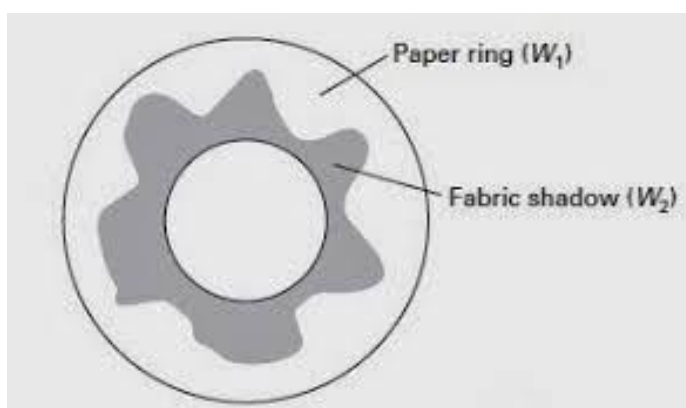
W1: مساحت اولیه (مساحت کاغذ)

W2: مساحت سایه پارچه

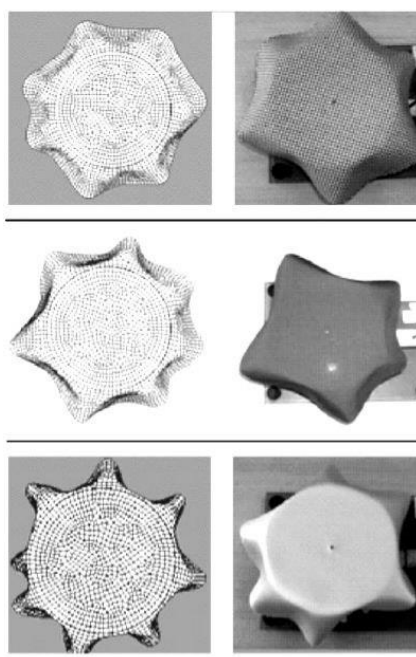
DC: درصد ضریب آویزش



شکل ۱: روش آزمایش



شکل ۲: معرفی پارامترها



شکل ۳: نمونه آویزش پارچه

2.2- کاربرد آویزش

در واقع آویزش پارچه، طرح پوشاک صنعتی و مصرف نهایی یک پارچه را تعیین می‌کند. بنا براین تحقیقات زیادی به مطالعه آویزش پرداخته اند. مقاومت خمشی را می‌توان یکی از ویژگیهای مهم پارچه ذکر کرد که در آویزش و راحتی پوشش پارچه و البسه تأثیر زیادی می‌گذارد [16]. تشخیص میزان خمشی خمشی برای مردم توسط لمس پارچه انجام می‌شود که مسلماً افراد نمی‌توانند برداشت دقیق و هماهنگی داشته باشند. این داده به تولید کنندگان قبل از تولید و به مصرف کنندگان در زمان خرید کمک می‌کند تا پارچه ای متناسب با نیاز خود انتخاب کنند چرا که ممکن است مثلاً پارچه ای که سختی آن برای ملحفه مناسب باشد، برای پرده یا پیراهن خریداری شود یا در صنعت پارچه ای به مقدار زیاد تولید شود که خصوصیات مورد نظر مصرف کنندگان را نداشته باشد. اگر چه ارزیابی آویزش در دو بعد و سه بعد پارچه توصیف و شرحی از تغییر شکل آویزش را به دست می‌دهد ولی ارزیابی آویزش را نمی‌توان روی یک لباس بدون دوخت آشکار ساخت. دوخت لباس شامل تولیدی است که تکه های پارچه از قسمت هایی یا از همه لباس را به هم متصل می‌کند. به عبارت دیگر پارچه از بریدن پارچه به تکه هایی و از اتصال و دوختن پارچه های تکه شده به وسیله بخیه به وجود می‌آید. آویزش های گوناگون به وسیله ترکیب متفاوت پارامترهایی همچون پارچه های بریده شده، متصل شده و چسبانده شده به دست می‌آید. آویزش پارچه با تغییر این پارامترها متفاوت خواهد بود. بنابراین تحقیقی بر آویزش پارچه در اثر بخیه را می‌توان برای ارزیابی و اطمینان از ظاهر پایانی لباس را به کار برد. بررسی اثر مجموعه ای از انواع بخیه برای مطالعه آویزش پارچه، یک روش واقعی برای رسیدن به این هدف است. آویزش پارچه در سه بعد خصوصیات بی نظیری است که در مواد نساجی یافت می‌شود که اجازه خم شدن به پارچه با دو انحناء بیشتر از یک سمت دیگر می‌دهد. قابلیت آویزش به عنوان یک عامل مؤثر برای تعیین کیفیت و ارزیابی ظاهر پوشاک است. به این علت که تکه های مختلف پارچه باید به هم دوخته شوند و سپس به پوشاک تغییر شکل دهد در نتیجه یک بخیه روی ظاهر پوشاک به طور چشمگیری مؤثر است [17-20].

2.3- تست استاندارد آویزش

روش تهیه نمونه

روش تهیه استاندارد نمونه برای تست آویزش

الف - تحت شرایط قرار دادن پارچه مورد آزمایش برای مدت حداقل ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد که عبارتست از ۶۵٪ رطوبت نسبی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار داده شده است.

ب- انتخاب شابلون دایره شکل شابلون مناسب جهت پارچه مورد آزمایش انتخاب شد.

تبصره-۱- اطلاعات زیر جهت انتخاب قطر مناسب شابلون به عنوان راهنما ذکر میگردد

۱. شابلون با قطر ۲۴ سانتی متر برای پارچه های نرم برای مثال در این پارچه ها در صورت استفاده از شابلون با قطر ۳۰ سانتی متر، ضریب افت کمتر از ۳۰ می‌باشد.

۲. شابلون با قطر ۳۰ برای پارچه های متوسط.

۳. شابلون با قطر ۳۶ برای پارچه های خشک.

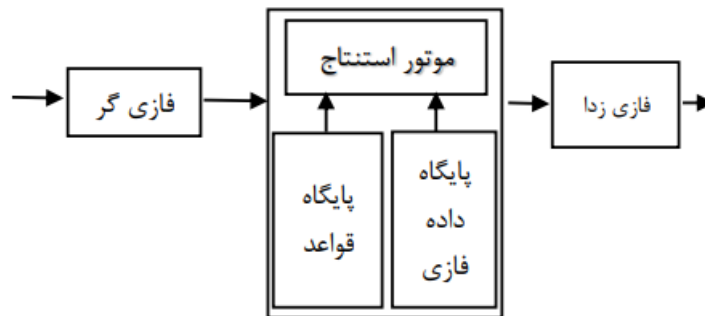
نتایج بدست آمده از نمونه های با قطرهای مختلف، مستقیماً با یکدیگر قابل مقایسه نیستند.

ج- علامت گذاری و برش پارچه بدون چین بر روی سطح افقی پهن شد و به وسیله شابلون مورد حدود نمونه ها روی پارچه مشخص شد پس از علامت گذاری مرکز هر یک و دور آنها را بریده شد. نمونه ها بایستی نشان دهنده خواص واقعی پارچه مورد آزمایش باشند.

د - تعداد حداقل ۲ نمونه لازم است .

3- مدل سازی منطق فازی

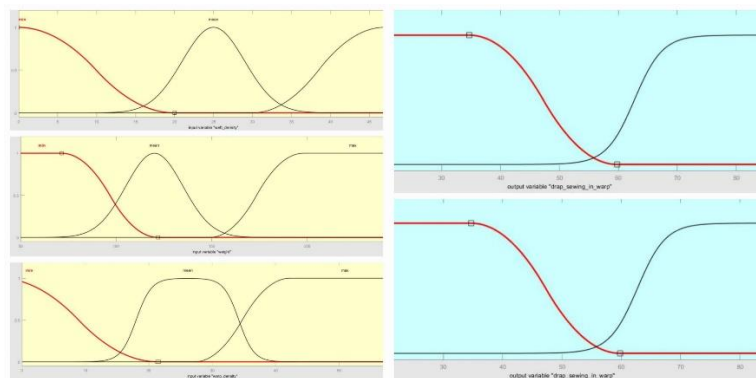
هر منطق فازی سه جزء دارد پایگاه قواعد منطق فازی مجموعه های ورودی و خروجی و موتور استنتاج منطق فازی که برای طراحی منطق فازی باید مراحل زیر را انجام داد [21]، در شکل (۱) دیاگرام مدل سازی منطق فازی نشان داده شده است.



شکل 4: بلوک دیگران منطق فازی

الف : اولین گام در طراحی منطق فازی تعیین متغیرهای ورودی و خروجی است. در این مقاله متغیرهای ورودی شامل وزن مترمربع پارچه ، تراکم تار و تراکم پود و متغیر خروجی ضریب آویزش می‌باشد

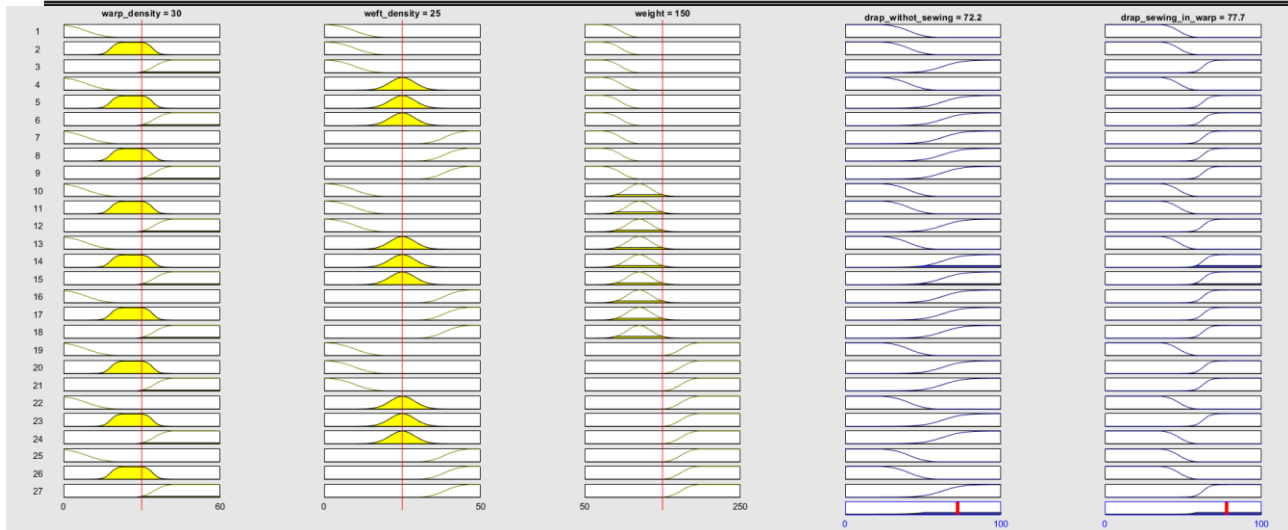
ب : پس از تعیین متغیرهای ورودی و خروجی نوبت به تعیین مجموعه های فازی می‌رسد این کار مستلزم آن است که دامنه نوسانات یا تغییرات هر یک از متغیرها تعیین شود. شکل (۲) توابع عضویت به کار رفته برای متغیرهای ورودی و خروجی را نشان میدهد.



شکل 5: توابع عضویت برای پیش بینی ضریب آویزش پارچه (تصویر سمت چپ توابع خروجی (ضریب آویزش بدون دوخت، ضریب آویزش با دوخت در جهت تار) ، تصویر سمت راست توابع ورودی (تراکم تار، تراکم پود، وزن مترمربع پارچه))

ج : گام سوم در طراحی منطق فازی بدست آوردن مجموعه ای از قواعد منطق فازی با استفاده از دانش افراد خبره یا دانش حوزه مورد بررسی و ترکیب آنها در یک چهار چوب مشخص برای نتیجه گیری از مجموعه قواعد است. در سیستم خبره منطق فازی قواعد با مجموعه ای از عبارات کلامی بیان می‌شود. مجموعه این قواعد که به صورت " اگر آنگاه بیان میشود را پایگاه قواعد منطق فازی میگویند برای پژوهش حاضر ۲۷ قاعده تبیین شده است. شکل (۳) قوانین و میزان تاثیر آنها را نشان می دهد. تعدادی از قواعد تبیین شده به شرح زیر است:

- اگر تراکم تار "کم" و تراکم پود "کم" و وزن مترمربع پارچه "کم" باشد آنگاه ضریب آویزش "کم" است.
- اگر تراکم تار "کم" و تراکم پود "زیاد" و وزن مترمربع پارچه "زیاد" باشد آنگاه ضریب آویزش "زیاد" است.
- اگر تراکم تار "زیاد" و تراکم پود "زیاد" و وزن مترمربع پارچه "زیاد" باشد آنگاه ضریب آویزش "زیاد" است.
- اگر تراکم تار "زیاد" و تراکم پود "زیاد" و وزن مترمربع پارچه "کم" باشد آنگاه ضریب آویزش "زیاد" است.



شکل 6: نمودار قوانین

استنتاج مجموعه قواعد منطق فازی از طریق موتور استنتاج صورت می‌گیرد. موتور استنتاج منطق فازی قواعد موجود در پایگاه قواعد را بوسیله نگاشتی از یک مجموعه منطق فازی مشخص به مجموعه منطق فازی دیگر ترکیب می‌کند. از آنجا که در اغلب کاربردها، ورودی و خروجی منطق فازی اعداد حقیقی هستند لازم است واسطه‌هایی بین موتور استنتاج منطق فازی و محیط ایجاد شود، این واسطه‌های فازی ساز و غیر فازی ساز می‌باشند در واقع این واسطه‌ها جزئی از منطق فازی محسوب می‌شوند. یک منطق فازی ساز بعنوان نگاشتی از یک نقطه حقیقی به یک مجموعه فازی مانند A تعریف شده است. منطق فازی سازهای مختلفی وجود دارد که در این تحقیق از فازی ساز منفرد استفاده می‌شود. از سوی دیگر غیرفازی ساز نگاشتی است از یک مجموعه حقیقی مانند B که خروجی موتور استنتاج منطق فازی را به یک نقطه حقیقی مانند y تبدیل می‌کند. در اینجا نیز مانند منطق فازی سازها انتخاب‌های مختلف و متفاوتی وجود دارد. به منظور رسیدن به یک مدل منطق فازی که بتواند ضریب آویزش را با حداقل خطا نسبت به مقدار واقعی پیش‌گویی نماید، همه‌ی مراحل قسمت‌های مختلف مدل منطق فازی صورت پذیرفت. ابتدا مقادیر ورودی به مدل ارائه شده و ابزارهای فازی ساز منطق فازی تشکیل گردید. انواع توابع عضویت برای متغیرهای ورودی و خروجی آزمون گردید. سه مجموعه فازی در هر بعد ورودی و دو مجموعه فازی در بعد خروجی تعریف شدند. برای انجام مراحل فازی و کسب نتیجه از محیط نرم افزاری (MATLAB) استفاده شد [21].

3.1- آزمون منطق فازی

برای ارزشیابی و درستی برنامه‌ای که در محیط نرم افزار متلب (MATLAB) تهیه شده آزمون زیر بر روی آن انجام شده است که به شرح زیر می‌باشد. با توجه به جدول (۱) درصد خطا کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد و با به توجه به نتایج استنتاج می‌شود که منطق فازی در محیط نرم افزار متلب تا حدودی یعنی با ۱۰ درصد خطا نتایج را ارائه می‌دهد.

نمونه	طرح بافت	وزن مترمربع	تراکم پود	تراکم تار	ظریب آویزش	ظریب آویزش فازی	درصد خطا
پنبه	تافته	105	25	30	77.4	77.5	0.19
پلی استر	پاناما	114	23	31	76.37	79.3	3.93
پلی استر	تافته	120	25	40	72.98	79.7	9.20
فاستونی	سرژه	222	26	30	74.79	79.8	6.69

جدول 1: مشخصات نمونه ها و نتایج در سیستم فازی

4- نتیجه گیری و جمع بندی

در این مقاله یک مدل منطق فازی جهت پیش بینی ضریب آویزش توسعه داده شده است. در این مطالعه ورودی های سیستم فازی وزن مترمربع پارچه و تراکم تار و تراکم پود و خروجی آن ضریب آویزش می باشد. قدر مطلق درصد میانگین خطای محاسبه شده بین مقادیر تجربی و پیش بینی شده کمتر از ۱۰ درصد می باشد. نتایج حاکی از آن است که مدل پیشنهادی بطور مطلوب ضریب آویزش را پیشگویی میکند.

5- مراجع

- [1] صحرانی، مهدی؛ بررسی تاثیر طرح بافت و نمره نخ بر آویزش پارچه های تار و پودی، دبیرایان، هادی و امین نیر، مجید، مجله نساجی امروز، شماره ۲۲۴، آبان ۱۴۰۰
- [2] Collier, Billie J.; **Measurement of Fabric Drape and Its Relation to Fabric Mechanical Properties and Subjective Evaluation**(Fabrics- The Development of a Drape Mater), Textile Research Journal, 20-PP539. 548(1950)
- [3] احمدزاده، محمدرضا؛ تاثیر نوع بافت و تراکم برافت پارچه، نوروز کرمانشاهی، پوریا و محمدی، پریا، مجله نساجی امروز، شماره ۱۲۰، مرداد ۹۱
- [4] Collier, B.J.; **Measurement of Fabric Drape and Its Relation to Fabric Mechanical Properties and Subjective Evaluation**, Clothing and Textile Research Journal, 10(1)-PP46-52(1991)
- [5] Slater k. ; **Subjective Textile Testing**, Journal Of The Textile Institute Vol.2-PP79. (1997)
- [6] R obson D; **Animal Fiber Analysis Using Imaging Techniques**, Textile Research Journal Vol.67. P747) (1997)
- [7] Wood-EL; **Description And Measurement Of Carpet Appearance**, Textile Research Journal: Vol. 63. PPS80-(1993)
- [8] ط. سلیمانی، از کیوان راه اندازه گیری خودکار سختی خمشی پارچه به روش استوانه ایی و مقایسه آن با روش طول خمشی، دانشکده نساجی دانشگاه صنعتی امیر کبیر، مهر ۱۳۸۷
- [9] Shishoo R.L. ; **I MPRTANCE of Mechanical and Physical Properties of Fabrics in the Clothing Manufacturing Process**, International Journal of Clothing Science and Technology 7(23)-PP35-42(1995)
- [10] Tanabe-H, Akamatsu A. Niwa M. Furusato K; **Determination of a Drape Coefficient fram the Basic Mechanical Properties of Fabrics**, Journal of the Japan Reserch Association for Textile End-uses 16(4)-PP116-120(1975)
- [11] Weidon Y. Zhaoqun D; **Determination of the Bending Characteristic Parameters of the Bending Evaluation System of Fabric and Yam**, Textile Research Journal vol. 76(9)-PP702-711-(2006)
- [12] Chen X. and Zanini 1. ; **An Experimental Investigation into the Structure and Mechanical Properties of 3D Woven Orthonal Structures**, Journal of Textile Institute-88(4)-PP449-467(1997)
- [13] Hu-J. and Chan Y.F. ; **Effect of Fabric Mechanical Properties on Drap**, Textile Research Journal 68(1)-PP57-64(1998)
- [14] Morooka, H. and Niwa M. ; **Relation between Drape Coefficient and Mechanical Properties of Fabrics**, Journal of the Textile Machinery Society of Japan 22(3)-PP67- 73(1976)
- [15] Niwa. M. and Seto. F.; **Relationship between Drapebility and Mechanical Properties of Fabrics**, Journal of the Textile Machinery Society of Japan +11(39).PP161- 168(1986)
- [16] Jinlian H. Siuping C Ming-tak L; **Effect of seams on fabric drape International**, Journal of Clothing Science and Technology vol.9(3) PP10-113-(1997)
- [17] Ajiki l Mahar TJ , Postle R. ; **Measurement of Structural Balance and Mechanical Properties of Seamed Fabrics**, In Postel Kawabata and Niwa Eds. Objective evalution of Apparel Fabrics. Textile Machinery Society of Japan Osaka550- Japan PP349-358(1983)
- [18] Ajiki 1. and Takagi N. ; **Effect of Sewing Thread Crimp on Bending Rigiditly of Seamed Fabrics**, Sen-I Gakkaishi vol. 11.PP460 (1984)
- [19] Ajiki 1.; **Bending Properties of Seamed Fabrics**, The 3rd Japan/ Aust, Joint Symposium on Measurement: Application to Procut Design and ProcesControl-PP319. 327-(1985)
- [20] kiyama. T. ; **Silhouette Shapes of Faired Skirts 1. Influence of Pattern hem Length and Fabric Bending Length on outward Hem Width**, Journal of the Textile Machinery Society of Japan vol. 5.PP60-67, (1996)

[21] اعظمی، عباسعلی و در همی، ولی و پیوندی، پدرام : پیش بینی درجه کیفی فرش با توجه به پارامترهای کمی

با استفاده از سیستم خبره فازی، دهمین کنفرانس ملی مهندسی نساجی ایران، دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی

اصفهان، 1395

