

ارزیابی تناسب الگوی شلوار زنانه بر اساس شکل بدن با استفاده از نرم افزار شبیه سازی سه بعدی

مهدي رامک پور^۱، فاطمه حقیقت*^۱، عفیفه کریمیان^۱، ریحانه شکریمان^۱، افسانه ولی پوری^۱^۱دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

f_haghighat@iut.ac.ir

تاریخ دریافت ۱۴۰۴/۰۱/۱۸ تاریخ پذیرش ۱۴۰۴/۰۷/۲۵

چکیده

با توجه به نقش قابل توجه اشکال مختلف بدن بر تناسب و راحتی لباس، هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر این تفاوت‌های اندامی بر الگوسازی شلوار زنانه با استفاده از سیستم طراحی به کمک رایانه (CAD) است. ابتدا الگوهای شلوار با روش متریک بر اساس سایز ۴۴ ترسیم شد و سپس در نرم‌افزار CLO3D بر روی مانکن‌های مجازی سه‌بعدی با شکل بدن متفاوت شامل فرم مثلث، مثلث وارونه، مستطیل و بیضی بررسی شد. در این مطالعه علاوه بر ارزیابی تناسب الگوی شلوار در بدن با شکل‌های مختلف بدنی، الگوی شلوار متناسب با شکل بدن تغییر کرد. ارزیابی تناسب بر اساس ابزار پرو مجازی سه‌بعدی با بررسی توزیع تنش و کرنش در لباس انجام گرفت. نتایج، بیانگر اهمیت قابل توجه اشکال مختلف بدنی در تناسب لباس است و لازم است در هنگام الگوسازی تغییرات متناسب با شکل بدن در نظر گرفته شود. این امر منجر به طراحی لباس‌هایی می‌شود که با توجه به انواع مختلف شکل بدن، مناسب‌تر و جذاب‌تر به نظر می‌رسند و راحتی بیشتری برای افراد ایجاد می‌کنند. همچنین نتایج نشان داد نرم‌افزار CLO3D می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مفید برای تغییرات الگو بر اساس فرم بدن به طراحان لباس کمک نماید. طراح می‌تواند طرح‌های خود را به‌صورت سریع و دقیق شبیه‌سازی نموده و بازخوردهای لازم را در مراحل طراحی دریافت نماید.

کلمات کلیدی: شکل بدن، شبیه‌سازی سه‌بعدی، نقشه تنش، نقشه کرنش، ارزیابی تناسب

Fitting evaluation of women's pants pattern based on body shapes using 3D simulation software

Mahdi Ramakpour¹, Fatemeh Haghighat*¹, Afifeh Karimian¹, Reyhaneh Shekarian¹, Afsaneh Valipouri¹¹Department of Textile Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

f_haghighat@iut.ac.ir

Abstract:

Given the significant impact of different body shapes on garment fit and comfort, this study aims to investigate the effect of body shape variations on women's pants pattern making using a computer-aided design (CAD) system. Pants patterns were initially created using the metric method based on a size 44, and these patterns were then evaluated in CLO3D software on 3D virtual mannequins representing various body shapes, including triangle, inverted triangle, rectangle, and oval. In addition to assessing how well the pants fit different body shapes, the patterns were modified according to each body type. The fit evaluation was conducted utilizing the virtual try-on feature to analyze the stress and strain distribution in the garment. The results highlight the significant impact of different body shapes on garment fit, emphasizing the necessity of tailoring patterns to accommodate these variations. This approach leads to the design of garments that are more suitable and attractive for various body shapes and provide greater comfort. Furthermore, the findings suggest that CLO3D software is a valuable tool for clothing designers, allowing for quick and accurate modifications of patterns based on body shape while also facilitating feedback during the design process.

Keywords: Body shape, 3D simulation, Stress map, Strain map, Fitting evaluation

۱- مقدمه

تناسب لباس یکی از مهم‌ترین عواملی است که بر راحتی حرکت بدن و رفتار خرید مصرف‌کنندگان تأثیر می‌گذارد. برای اینکه لباس متناسب با بدن باشد، الگوها باید با اندازه و شکل بدن فرد سازگار باشد. تولید پوشاک متناسب با شکل بدن یکی از مهم‌ترین مزایای رقابتی برای شرکت‌های تولیدی پوشاک است. تولیدکنندگان با درک شکل بدن می‌توانند ایده بهتری در مورد نحوه طراحی، تناسب و سایزبندی محصولات داشته باشند. درک شکل بدن زمینه بهتری از نحوه توزیع اندازه‌های دوبعدی در اطراف بدن، نحوه طراحی الگو و سایزبندی فراهم می‌نماید [۱].

شکل بدن مفهومی است که نه تنها نسبت‌های دور سینه، دور کمر و دور باسن را در بر می‌گیرد، بلکه ویژگی‌های ساختاری، عضلانی و استخوانی بدن را نیز بازتاب می‌دهد. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که اشکال بدنی مختلف بر تناسب و ایستایی لباس تأثیر چشم‌گیری دارند. با این حال، سیستم‌های سنتی الگوسازی و سایزبندی، که اغلب بر اساس الگوهای پایه و بدون در نظر گرفتن تنوع شکل‌های بدنی طراحی می‌شوند، نمی‌توانند به خوبی پاسخگوی این تفاوت‌ها باشند. به همین دلیل، بسیاری از لباس‌ها به اصلاحات دستی پس از تولید نیاز پیدا می‌کنند [۲، ۳].

تفاوت‌های ناشی از شکل و تناسب بدن، ایجاد سیستم‌های سایزبندی لباس را دشوار می‌سازد. سیستم سایزبندی

استاندارد فعلی در صنعت پوشاک با یک اندازه پایه شروع می‌شود که سپس به‌طور متناسب سایزبندی می‌شود تا مجموعه‌ای از اندازه‌های متعدد ایجاد گردد. اگرچه این روش برای تعداد محدودی از سایزها مناسب است، شامل تغییرات شکل بدن نمی‌شود [۴]. در روش خیاطی سفارشی برای تولید پوشاک، مصرف‌کنندگان به دلیل تعامل مستقیم با تولیدکننده، می‌توانند لباسی متناسب دریافت کنند، زیرا در این فرآیند، اندازه‌گیری دقیق بدن مصرف‌کننده و ترجیحات او در زمینه‌ی تناسب به‌خوبی لحاظ می‌شود. اما وقتی این سیستم به تولید انبوه تبدیل می‌شود، ممکن است مشکلاتی در زمینه‌ی تناسب در لباس‌های آماده به وجود آید. اگرچه این سیستم‌های تولید انبوه امکان تولید پوشاک با هزینه پایین را فراهم می‌کنند، اما به دلیل تناسب ضعیف، رضایت مشتری را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۵]. بررسی رابطه بین اندازه، شکل بدن و شکل الگوی شلوار برای زنان نشان می‌دهد که در نظر داشتن متغیر شکل در الگوسازی می‌تواند رضایت از لباس را بهبود بخشد.

در زیر چهار شکل بدنی متداول شامل مثلث، مثلث وارونه، مستطیل و بیضی توصیف شده است [۶]:

۱. مثلث: باسن بزرگ‌تر از سینه بدون خط کمر مشخص.

۲. مثلث وارونه: سینه بزرگ‌تر از باسن بدون خط کمر مشخص.

است. درحالی‌که اندازه‌های دور سینه و کمر در شکل بدن مثلث، ساعت شنی و مستطیل به یکدیگر نزدیک است، اما در اندازه‌گیری باسن آن‌ها تفاوت‌هایی وجود دارد. پیشنهاد شد که باید تغییراتی در الگوسازی و سایزبندی با توجه به اشکال مختلف بدن در صنعت پوشاک آماده ایجاد نمود. این جایگزین‌ها باید به‌ویژه برای اشکال مثلث و ساعت شنی ایجاد شود که درصد بیشتری از جامعه را تشکیل می‌دهند [۹].

دیگر محققان نیز با تأکید بر اثر شکل بدن در الگوسازی روشی برای ساخت الگو با استفاده از مدل‌های ریاضی و هندسی به‌طور دستی ارائه نمودند. این روش برای ساخت الگوی دامن تنگ استفاده شد و در مقایسه با دامن‌هایی با الگوی سنتی رضایت ۸۰٪ نشان داد [۱۰]. همچنین الگوهای با منتهای الگوسازی مختلف به‌منظور ارزیابی تناسب الگوی پایه دامن با کمک سیستم طراحی به کمک رایانه (CAD^۱) تهیه و تناسب آن‌ها برای اشکال مختلف بدن (ساعت شنی، مثلث، مستطیل) با شبیه‌سازی سه‌بعدی بررسی شد. محققان بیان کردند که سیستم‌های الگوسازی مختلف در طراحی الگو برای تمامی شکل‌های بدن موفق نیستند و لازم است تغییراتی در الگوسازی برای هر شکل بدنی ایجاد نمود [۱۱].

روش‌های مختلف ساخت الگوی شلوار به‌منظور ارزیابی تناسب الگو برای انواع اندازه و اشکال بدنی نیز مورد مقایسه قرار گرفته‌است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت روش‌های ساخت

۳. مستطیل: اندازه‌های مشابه سینه و باسن، بدون خط کمر مشخص.

۴. بیضی: بخش میانی بدن بسیار بزرگ‌تر است. به‌طوری‌که میانگین دور کمر و شکم کوچک‌تر از دور سینه است.

در مطالعه‌ای شکل بدن زنان آمریکایی و کره‌ای بر اساس نژاد و سن تحت مقایسه قرار گرفت. این مطالعه نشان داد که بزرگ‌ترین دسته مربوط به مستطیل در هر دو کشور است، اما توزیع در هر دسته متفاوت است. محققان اشاره نمودند که شکل بدن یکی از عوامل اصلی تناسب لباس و راحتی لباس است. علاوه بر این، برای زنان آمریکایی اندازه ارتفاع کمر، باسن و باسن کوچک بزرگ‌تر بود و اندازه بزرگ‌تری در دور سینه، کمر، باسن و باسن کوچک داشتند [۷]. اشکال بدن زنان آفریقایی-آمریکایی نیز در یک مطالعه تحت بررسی و دسته‌بندی قرار گرفت. نتایج حاکی از تاثیر اشکال بدن بر ترجیحات لباس زنان است [۸]. بررسی شکل بدن زنان ۱۸ تا ۵۰ سال در ترکیه نیز توسط دیگر محققان با هدف تجزیه و تحلیل همبستگی بین اندازه‌های بدن و شکل بدن آن‌ها از نظر صنعت پوشاک آماده انجام شد. نتایج نشان داد که توزیع شکل بدن زنان شرکت‌کننده در مطالعه به‌صورت ۳۷٪ ساعت شنی، ۳۱٪ مثلث، ۱۹٪ مستطیل و ۱۳٪ مثلث وارونه است. مشخص شد که اندازه دور سینه در شکل بدن مثلث وارونه به‌طور قابل توجهی با سه شکل بدنی دیگر متفاوت

^۱ Computer Aided Design

می‌شود، تأثیر قابل توجهی بر صنعت پوشاک فعلی داشته است. فناوری شبیه‌سازی مجازی، تجسم یک لباس مجازی سه‌بعدی را بر روی یک آواتار امکان‌پذیر می‌سازد تا مصرف‌کنندگان بتوانند قبل از خرید، لباس‌ها را با مانکن‌های مجازی خود امتحان کنند [۱۴، ۱۵].

یکی از معروف‌ترین و پرکاربردترین نرم‌افزارهای شبیه‌سازی سه‌بعدی در صنعت پوشاک نرم‌افزار CLO3D است. این نرم‌افزار قابلیت‌ها و ویژگی‌های منحصر به فردی دارد که بسته به نیاز و ترجیحات محققان و طراحان قابل استفاده است. CLO3D به طراحان لباس امکان می‌دهد الگوهای لباس را در محیط سه‌بعدی ایجاد، تنظیم و شبیه‌سازی کنند، به طوری که می‌توانند طرح‌های خود را بر روی مدل‌های سه‌بعدی اعمال کنند و به‌طور واقعی مشاهده کنند که چگونه لباس بر روی بدن قرار می‌گیرد و چگونه با حرکت بدن تغییر می‌کند. ویژگی‌های کلیدی نرم‌افزار CLO3D شامل الگوسازی دقیق، امکان انتقال الگوها به نرم‌افزارهای دیگر، شبیه‌سازی واقع‌گرایانه و سهولت استفاده به دلیل وجود رابط کاربری کارآمد و ساده است. از دیگر مزایای استفاده از این نرم‌افزار امکان ارزیابی کمی تناسب و توزیع تنش و کرنش در نواحی مختلف لباس است [۱۶].

ارزیابی تناسب را می‌توان به دو روش ارزیابی حسی و روش ارزیابی مجازی سه‌بعدی بدون تماس با لباس انجام داد. ارزیابی حسی با قضاوت کیفی متخصصان یا استفاده‌کنندگان انجام می‌شود. این روش از پیش‌فرض‌های روان‌شناختی برای

الگوی شلوار در میزان آزادی لباس و شکل کلی آن است. بهترین روش در بررسی قابلیت حرکت در لباس متد متریک است. با این حال پیروی از یک روش خاص برای الگوسازی تمام شکل‌های بدنی صحیح نیست و در الگوسازی شلوار در نظر گرفتن شکل‌های بدنی ضروری است [۱۲]. در این مطالعه ارزیابی تناسب از طریق نظر مصرف‌کننده و نظر کارشناسان صورت گرفت که محدودیت‌هایی از جمله نظر شخصی افراد در تعریف راحتی لباس، ترجیح آن و تعیین ظاهر خوب است که بین افراد متفاوت است.

با توجه به بررسی متون و پیشرفت‌هایی که در این بخش رخ داده است می‌توان بیان نمود که در نظر گرفتن اندازه بدن در الگوسازی کافی نیست و شکل‌های مختلف بدن به‌منظور تناسب بیشتر لباس باید در نظر گرفته شوند. بنابراین جهت حصول رضایت بیشتر مصرف‌کنندگان لازم است الگوسازی متناسب با شکل بدن تغییر نماید [۱۳]. اگرچه در برخی مطالعات تغییرات الگو در متدهای مختلف الگوسازی متناسب با شکل بدنی پیشنهاد شده است اما این بررسی‌ها اغلب با روش‌های ارزیابی حسی بوده و مطالعات کمی به شبیه‌سازی سه‌بعدی لباس در بدن مانکن‌های مجازی با شکل‌های مختلف بدنی پرداخته‌اند. فهم بهتر انواع شکل بدن و تأثیر آن بر نحوه طراحی و الگوسازی لباس به‌مرور زمان تحقیقات را به سمت تحلیل شکل‌های مختلف بدن با استفاده از فناوری‌های نوین مانند شبیه‌سازی سه‌بعدی سوق داده است. فناوری جدید که شامل انسان مجازی دیجیتال و لباس‌های مجازی دیجیتال

قضاوت در مورد ویژگی‌های فیزیکی و پیش‌بینی واکنش‌های مشتریان استفاده می‌کند. در این روش محدودیت‌هایی وجود دارد از جمله شرایط و موقعیت شخصی فرد قضاوت کننده بر دقت ارزیابی تأثیر می‌گذارد زیرا این آزمون فقط بر حس بینایی انسان متکی است. همچنین، محدودیتی وجود دارد که امتحان کنندگان ممکن است درک یا احساس متفاوتی از اصطلاحات توصیفی یکسان داشته باشند. این در حالی است که یک آزمون سه‌بعدی با شبیه‌سازی لباس مجازی، امکان بررسی تصاویر مجازی پوشندگان را بر روی صفحه رایانه فراهم می‌کند. در این آزمون همچنین نحوه قرارگیری پارچه با توجه به ویژگی‌های فیزیکی آن منتج به داده‌های قابل اندازه‌گیری برای ارزیابی تناسب می‌شود. آزمایش سه‌بعدی در صنعت پوشاک هنوز به‌طور عام استفاده نمی‌شود، بدیهی است که این روش باعث صرفه‌جویی در زمان و هزینه فرآیند تولید لباس می‌گردد [۱۲].

بنابراین با وجود پژوهش‌های متعددی که به تأثیر شکل‌های بدنی در الگوسازی پوشاک زنانه پرداخته‌اند، همچنان نیاز به بررسی‌های عمیق‌تر در این حوزه احساس می‌شود تا با اعمال اصلاحات مؤثر در روش‌های رایج، به‌ویژه در متد متریک، امکان ارتقاء سطح رضایت مصرف‌کنندگان از لحاظ تناسب و ایستایی لباس فراهم گردد. از آنجا که تناسب و عملکرد حرکتی شلوار در بدن به‌طور مستقیم تحت تأثیر الگوسازی آن قرار دارد، در این مطالعه چهار شکل رایج بدن شامل مثلث، مثلث وارونه، مستطیل و بیضی در فرآیند الگوسازی شلوار

مورد تحلیل قرار گرفت. با توجه به سادگی، کاربردپذیری و رواج بالای متد متریک در صنعت پوشاک، این روش به‌عنوان مبنای الگوسازی در تحقیق حاضر انتخاب و اصلاح شد تا میزان انطباق آن با فرم‌های بدنی غیر استاندارد افزایش یابد. در پژوهش‌های پیشین عمدتاً تمرکز بر یک یا دو شکل بدنی بوده است، در حالی‌که این مطالعه با پوشش طیف گسترده‌تری از اشکال بدنی، امکان تعمیم‌پذیری و کاربردپذیری بیشتری برای جامعه آماری متنوع زنان فراهم می‌آورد. در این راستا، ابتدا الگوی پایه شلوار بر اساس متد متریک طراحی شد و سپس عملکرد آن از طریق نرم‌افزار شبیه‌سازی سه‌بعدی CLO3D بر مانکن‌های مجازی با اشکال بدنی گوناگون ارزیابی گردید. ارزیابی کیفی و کمی تناسب با استفاده از تحلیل توزیع تنش و کرنش در سطح لباس صورت پذیرفت. در این پژوهش تلاش شد تا با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین شبیه‌سازی دیجیتال، گامی نوین در راستای توسعه الگوهای تطبیقی و طراحی لباس منطبق بر فرم واقعی بدن برداشته شود.

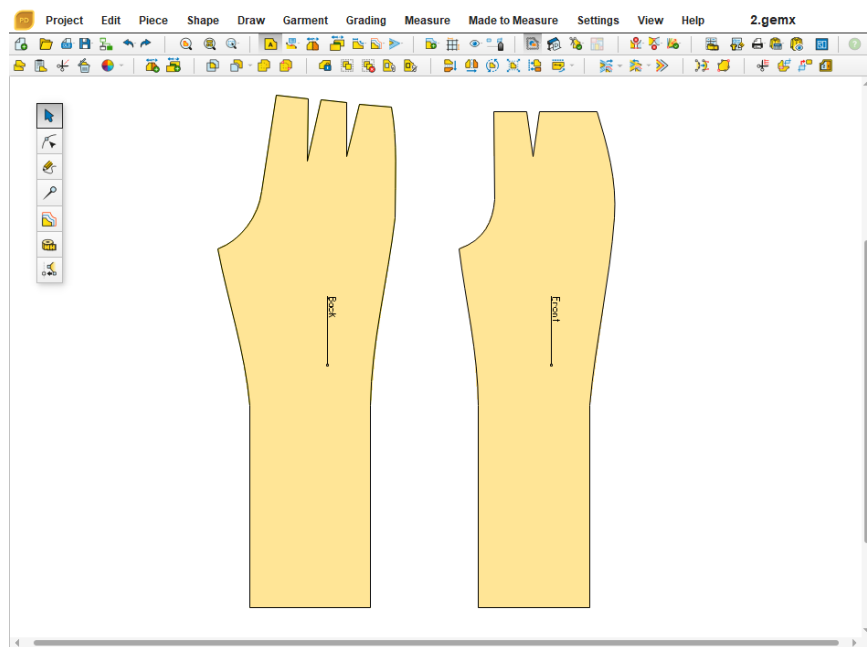
۲- تجربیات

۲-۱- الگوسازی و ساخت آواتار در نرم‌افزار

ابتدا الگوی اساس شلوار در نرم‌افزار Gemini Pattern Designer با متد متریک و برای سایز ۴۴ طبق شکل ۱ طراحی شد. الگوهای ترسیم شده با فرمت DXF ذخیره شد و سپس به نرم‌افزار CLO3D منتقل گردید تا مراحل ایجاد

کمتر از آن باشد. اندازه بدن آواتار استاندارد از نمودارهای اندازه استاندارد بین‌المللی EN 13402-3 طبق جدول ۱ به دست آمد. الگوهای شلوار با توجه به این اندازه‌ها در نرم‌افزار رسم شدند.

دوخت و پرو مجازی شلوار بر تن آواتار انجام گیرد. بدین منظور مانکن‌های مجازی با سایز ۴۴ که شکل‌های بدنی متفاوتی شامل شکل استاندارد، مثلث، مثلث وارونه، بیضی و مستطیل دارند ایجاد شدند. شکل بدنی استاندارد اندامی است که در آن دور باسن و دور سینه نزدیک به هم و دور کمر



شکل ۱: الگوی ترسیم شده شلوار در نرم‌افزار Gemini Pattern Designer

این شکل بدنی ایجاد شد. شکل ۲ انواع آواتارهای ساخته شده در نرم‌افزار CLO3D را متناسب با شکل‌های بدنی مختلف نشان می‌دهد. همچنین نحوه تعیین شکل بدن به صورت زیر قابل تعریف است که با اندازه‌های جدول ۱ در تحقیق حاضر مطابقت دارد [۱۷]:

نوع مثلث: اندامی که در آن دور سینه حداقل ۸ سانتی‌متر کمتر از دور باسن باشد.

اندازه شکل‌های مختلف بدن به کمک مطالعه لی و همکاران محاسبه شد [۷]. جدول ۲ فرمول تعیین شکل‌های مختلف بدن را بر اساس این مطالعه نشان می‌دهد. در این مطالعه از طریق اختلاف اندازه‌های دور سینه، دور کمر و دور باسن فرمول تعیین شکل بدن تعریف شده است به طوری که لازم است تمام شرایط برای یک شکل بدنی رعایت گردد. بنابراین مانکن‌های مجازی با توجه به اندازه‌های جدول ۱ که تمام شرایط جدول ۲ را داراست، به دست آمدند. برای شکل بیضی فرمولی در دسترس نبود و از طریق افزایش اندازه دور شکم

نوع مثلث وارونه: اندامی که در آن دور سینه حداقل ۹ سانتی‌متر بیشتر از دور باسن باشد. نوع مستطیل: اندامی که در آن دور سینه و باسن ۷ سانتی‌متر یا کمتر اختلاف داشته باشد.

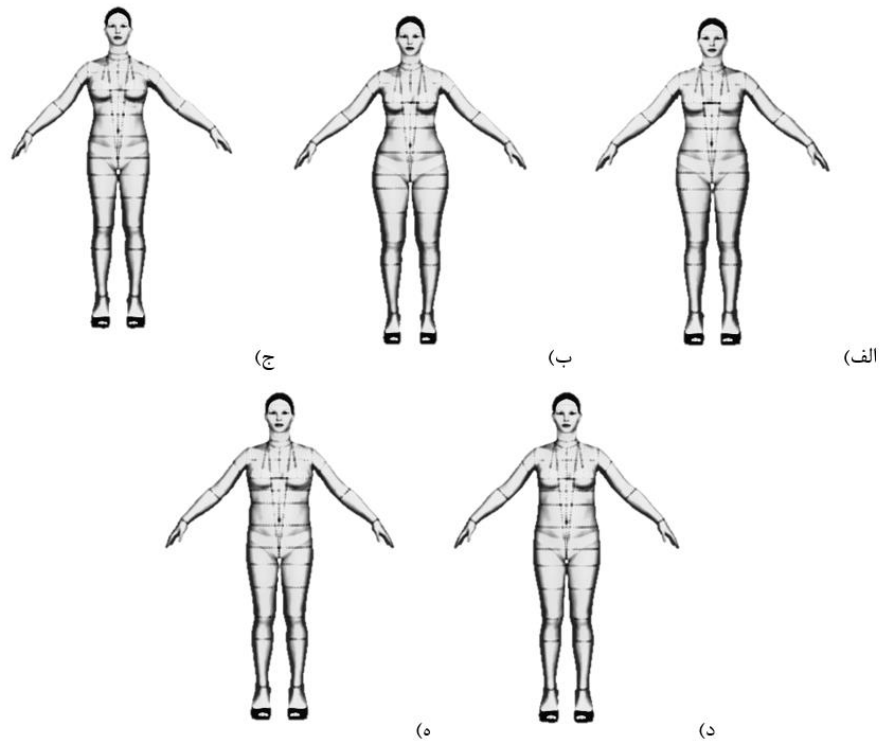
جدول ۱: اندازه آواتارهای ترسیم شده بر اساس شکل‌های مختلف بدن

شکل بدن	دور سینه (cm)	دور کمر (cm)	دور باسن (cm)	دور ران (cm)
استاندارد	102	82	107	62
مثلث	92	82	102	64
مثلث وارونه	102	82	92	58
مستطیل	102	82	106	58
بیضی	92	82	92	59

جدول ۲: فرمول تعیین شکل‌های مختلف بدن* [۷]

شکل بدن	اختلاف دور باسن و سینه	اختلاف دور کمر و باسن	اختلاف دور سینه و کمر
مثلث	$h-b \geq 9.14 \text{ cm}$	$h-w < 22.86 \text{ cm}$	-
مثلث وارونه	$b-h \geq 9.14 \text{ cm}$	-	$b-w < 22.86 \text{ cm}$
مستطیل	$h-b < 9.14 \text{ cm}$ $b-h < 9.14 \text{ cm}$	$h-w < 25.4 \text{ cm}$	$b-w < 22.86 \text{ cm}$

* در این جدول منظور از w دور کمر، h دور باسن و b دور سینه است.



شکل ۲: انواع آواتارهای ساخته شده در نرم‌افزار CLO3D بر اساس شکل‌های بدنی مختلف (الف) استاندارد (ب) مثلث (ج) مثلث وارونه (د) مستطیل (ه) بیضی

۲-۲- تعیین ویژگی‌های پارچه در نرم‌افزار

جدول ۳: درصد تناسب غیرقابل پوشیده شدن برای برخی

انواع پارچه مورد بررسی در الگوسازی شلوار

درصد تناسب غیرقابل پوشیده شدن	نوع پارچه
1.9	توییل ^۲
0.1	ساتین ^۳
1.4	ساتین استرچ ^۴
0.8	پوپلین ^۵
4.8	گاباردین ^۶
0.6	پلیش ^۷ (نوعی مخمل)
0.1	وال ^۸
2.7	کبریتی ^۹
1.3	لینن ^{۱۰}
0.1	شمبری ^{۱۱}

به‌منظور شبیه‌سازی سه‌بعدی و بررسی عیوب و نواقص احتمالی الگوها در نرم‌افزار CLO3D لازم است ویژگی‌های فیزیکی پارچه به نرم‌افزار داده شود. در این راستا تعدادی پارچه پنبه‌ای با خواص مختلف شبیه‌سازی و بررسی شد. معیار انتخاب پارچه، درصد غیرقابل پوشیده شدن آن بر اساس نقشه تناسب در نظر گرفته شد که نتایج آن در جدول ۳ گزارش شده است. در نقشه تناسب، نواحی قرمز رنگ نواحی را نشان می‌دهد که در آن پارچه تا حداکثر میزان تغییر شکل خود کشیده شده است. این نواحی بیان‌گر وضعیت غیرقابل پوشیده شدن در لباس است. به زبان ساده، درصد غیر قابل پوشیده شدن در نقشه تناسب نشان می‌دهد که چند درصد از سطح لباس به حد نهایی کشش پارچه رسیده است. این درصد به عنوان معیاری از انتخاب پارچه مورد استفاده قرار گرفت و بر اساس آن، از میان پارچه‌هایی که کمترین درصد غیرقابل پوشیده شدن را داشتند، پارچه شمبری^۱ انتخاب شد. ویژگی‌های این پارچه در شکل ۳ قابل مشاهده است.

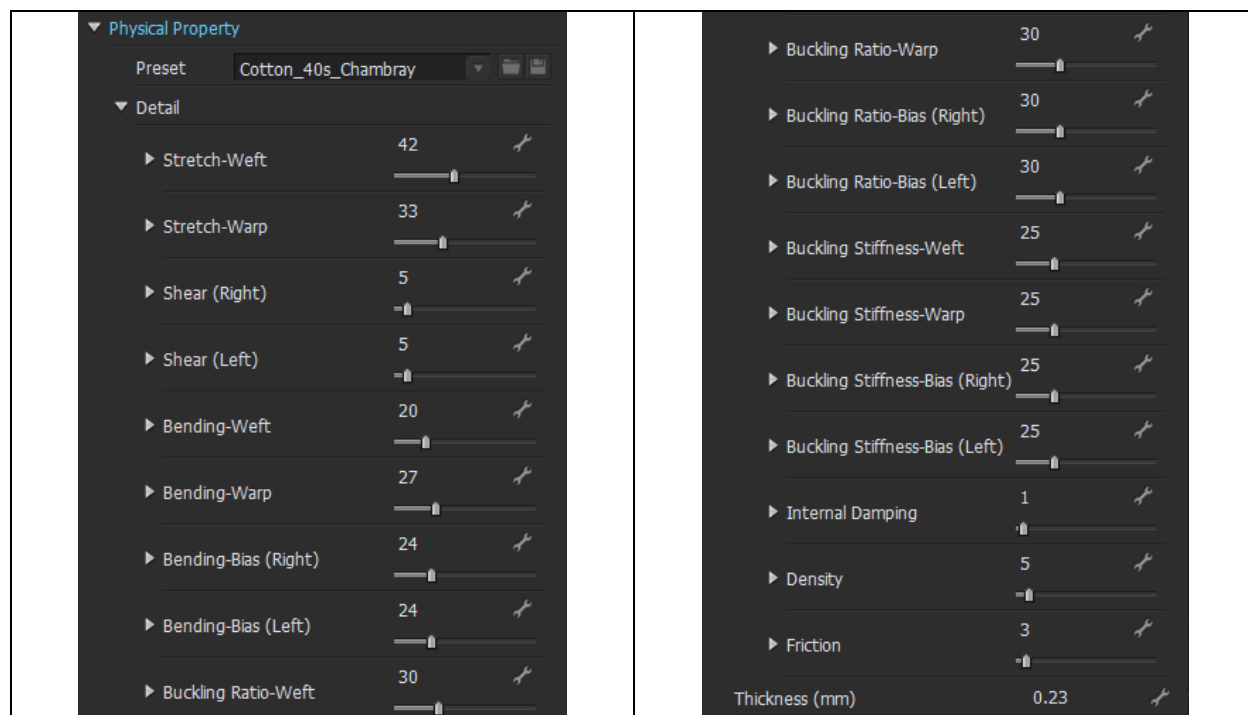
۲-۳- شبیه‌سازی مجازی سه‌بعدی لباس روی مانکن

پس از مرحله الگوسازی و ساخت آواتار، دوخت و پرو الگوهای شلوار بر روی مانکن‌های مجازی (آواتار) اجرا گردید. در بخش سه‌بعدی نرم‌افزار با فعال نمودن شبیه‌سازی، لباس بر بدن مانکن قرار گرفت و بررسی بصری انجام شد. در این پروژه برای شبیه‌سازی بهتر، فاصله نقاط^{۱۲} پارچه روی عدد ۵ تنظیم شده است. در ادامه در بخش نقشه‌های تناسب^{۱۳}، توزیع تنش و کرنش در لباس و تناسب آن از طریق نقشه تنش^{۱۴}، نقشه کرنش^{۱۵} و نقشه تناسب^{۱۶} بررسی شد. همچنین در صورت وجود هرگونه عیب و نقص در الگو با توجه به شکل بدنی هر

⁹ Wale-Corduroy¹⁰ Linen¹¹ Chambray¹² Particle Distance¹³ Garment Fit Maps¹⁴ Stress Map¹⁵ Strain Map¹⁶ Fit Map¹ Chambray² Twill³ Sateen⁴ Stretch Sateen⁵ Poplin⁶ Gabardine⁷ Plush⁸ Voile

درنهایت، تأثیر شکل بدن در تناسب الگوی شلوار با روش متریک بررسی شد و تغییرات لازم برای الگوسازی در هر شکل بدنی مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت.

مانکن، الگوها اصلاح شدند و بررسی توزیع تنش و کرنش مجدد انجام گرفت.



شکل ۳: خواص پارچه شمیری

فیزیکی پارچه تعیین میشود، اندازه‌گیری می‌کند. این نقشه با استفاده از هشت رنگ مختلف نمایش داده می‌شود که از ۱۰۰٪ تا ۱۲۰٪ نشان دهنده عدم کشیدگی تا کشیدگی حداکثری است. رنگ آبی نشان‌دهنده مقدار ۱۰۰٪ یا همان حالت بدون تغییر شکل است، در حالی که رنگ قرمز نشان‌دهنده حداکثر تغییر شکل قابل ایجاد در پارچه یا مقدار ۱۲۰٪ است. رنگ قرمز نشان‌دهنده حداکثر تغییر شکل قابل ایجاد در پارچه یا مقدار ۱۲۰٪ است درحالی‌که آبی نشان‌دهنده ۱۰۰٪ یا همان حالت بدون تغییر شکل و به معنای عدم کشیدگی است. اگر نقشه کرنش برای ناحیه‌ای از

نقشه تنش بیانگر تنشی است که از طرف مانکن (آواتار) به لباس وارد می‌شود و شامل هشت رنگ است: رنگ قرمز نشان‌دهنده بیشترین تنش (۱۰۰ کیلوپاسکال) است درحالی‌که رنگ آبی مقدار تنش صفر را نشان می‌دهد. اعداد مابین نیز دارای درجه‌بندی رنگی هستند. نقشه کرنش مربوط به درصد کرنش وارده به لباس ناشی از تنش است. به بیان دقیق‌تر عددی که این نقشه نشان می‌دهد شاخصی است از میزان کشیده شدن پارچه که مستقیماً میزان تغییر شکل پارچه را بیان نمیدارد بلکه کشیدگی لباس را نسبت به حداکثر مقدار کرنش قابل ایجاد در پارچه که بر اساس خواص

لباس به رنگ قرمز یا نارنجی باشد به این معناست که محدوده‌ی حرکتی بدن در لباس کاهش پیدا می‌کند و فرد احساس راحتی ندارد. رنگ‌های سفید، آبی و سبز نشان‌دهنده‌ی این است که لباس برای مانکن مطلوب است. نقشه تناسب نیز برای نمایش تنگی یا گشادی لباس و تحت کشش بودن یا نبودن لباس، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به زبان ساده، درصد غیر قابل پوشیده شدن در نقشه تناسب نشان می‌دهد که چند درصد از سطح لباس به حد نهایی کشش پارچه رسیده‌است. همچنین از نتایج آن می‌توان دریافت که چند درصد از کل لباس در وضعیت غیرقابل پوشیده شدن^۱ یا تنگ^۲ قرار دارند. رنگ قرمز در آن نشان‌دهنده عدم امکان پوشیدن است؛ نارنجی به‌عنوان منطقه بسیار تنگ؛ زرد به‌عنوان منطقه کمی تنگ و سفید نشان‌دهنده این است که آن منطقه راحت است. در محدوده زرد رنگ اگر درز وجود داشته باشد امکان پارگی آن در حرکت وجود دارد [۱۸].

۳- نتایج و بحث

شکل ۴ نمایی از شبیه‌سازی سه‌بعدی الگوی شلوار را بر بدن مانکن استاندارد نشان می‌دهد. بر طبق این تصویر الگوسازی به روش متریک برای شکل بدنی استاندارد بسیار مناسب است چراکه تقریباً در هیچ قسمت از شلوار حالت کیس خوردگی و یا کشیدگی مشاهده نمی‌گردد. در این شکل همچنین نقشه-

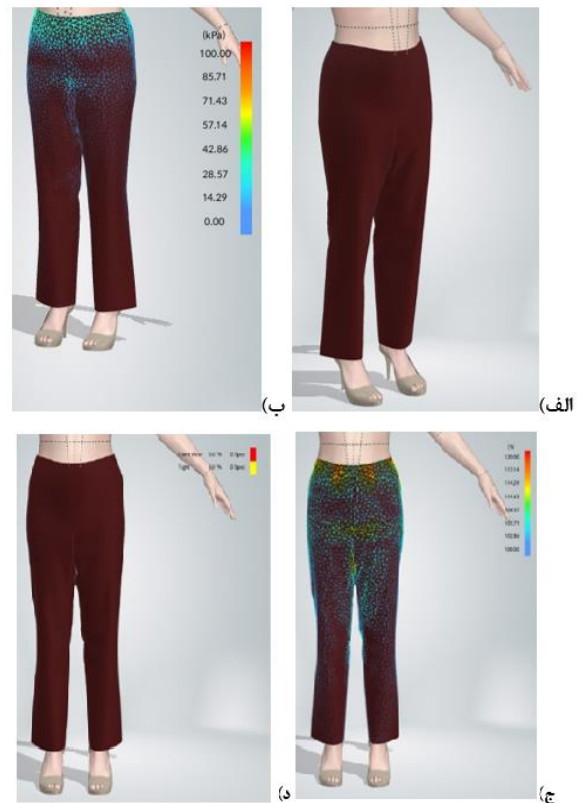
های تنش، کرنش و تناسب نیز برای شکل بدنی استاندارد آمده است. همانطور که نقشه تناسب نشان می‌دهد هیچ نقطه قرمز یا زرد مشاهده نمی‌شود که بیان می‌دارد نواحی تنگ یا غیرقابل پوشیدن در این شلوار ۰.۰٪ است. همچنین توزیع تنش در محدوده آبی رنگ است و توزیع کرنش در چند ناحیه اندک قرمز رنگ می‌باشد، در حالی که در اکثر نواحی به رنگ آبی است. ناحیه قرمز رنگ در نقشه کرنش به معنای این است که پارچه به مقدار کرنش حداکثری خود رسیده است اما طبق نقشه تناسب این نواحی حالت تنگ بودن یا غیرقابل پوشیدن را ایجاد نکرده است. بنابراین الگوی ایجاد شده به روش متریک ایستایی و تناسب مطلوبی در شکل بدنی استاندارد ایجاد کرده است.

جدول ۴ نمای سه‌بعدی همین الگو را بر بدن با شکل‌های مثلث، مثلث وارونه، مستطیل و بیضی نشان می‌دهد. بر طبق این تصاویر در شکل بدنی مثلث به دلیل وزن زیاد در قسمت پایین تنه که منجر به ران بزرگ‌تر می‌گردد، کشیدگی زیادی مشاهده می‌شود. این در حالی است که برای شکل بدنی مثلث وارونه به دلیل باریک‌تر بودن عرض باسن و ران، چین خوردگی زیادی در این دو قسمت از شلوار قابل مشاهده است. همچنین در شکل بدنی مستطیل چین خوردگی شلوار در ناحیه بالای زانو به دلیل اختلاف دور ران مشاهده می‌شود.

² Tight

¹ Can't Wear

بدن از حیث غیرقابل پوشیده شدن و یا عدم راحتی لباس برای شکل‌های مختلف بدن نشان می‌دهد. برای ارزیابی تناسب شلوار در شکل‌های مختلف بدن از توزیع تنش و کرنش در نرم‌افزار استفاده شد. توزیع کرنش میزان کرنش اعمال شده به پارچه را بر اساس خواص فیزیکی پارچه، اندازه الگو و اندازه مانکن نشان می‌دهد. رنگ‌های نقشه کرنش از آبی تا قرمز متغیر و بیانگر ۱۰۰ تا ۱۲۰٪ از حالت عدم کشیدگی تا حالت کشیدگی حداکثری پارچه است. نقشه تنش نیز نشان‌دهنده سطح تنش اعمالی است که مجدداً به خواص فیزیکی پارچه، اندازه الگو و اندازه مانکن بستگی دارد و از آبی تا قرمز مقادیر ۰ تا ۱۰۰ کیلوپاسکال را نشان می‌دهد. همچنین تصویر مربوط به تناسب نیز درصد عدم راحتی و غیرقابل پوشیده شدن لباس را با رنگ‌های زرد و قرمز نشان می‌دهد. رنگ زرد درصد تنگ بودن لباس و رنگ قرمز درصد نواحی غیرقابل پوشیده شدن را بیان می‌دارد. بنابراین با بررسی نواحی زرد و قرمز در نقشه‌های تنش، کرنش و تناسب برای هر شکل بدنی می‌توان نواحی نامناسب الگو را به دست آورد و تغییرات لازم را در الگو اعمال نمود. با بررسی نقشه‌های تنش، کرنش و تناسب برای شکل بدنی مثلث می‌توان دریافت نمود که هرچند نقشه تنش مقادیر مطلوب را نشان می‌دهد اما مقادیر کرنش در نواحی دور باسن به رنگ نارنجی است و بنابراین به دلیل تنگ بودن لباس در این نقطه که ناشی از وزن زیاد پایین‌تنه در شکل بدنی مثلث است، شلوار راحتی کافی برای پوشیدن ایجاد نمی‌کند و لازم است تغییراتی در الگوی آن



شکل ۴: ایستایی و تناسب شلوار در شکل بدنی استاندارد، الف) نمای سه‌بعدی، ب) توزیع تنش، ج) توزیع کرنش، د) تناسب در شکل بدنی بیضی که پاها به نسبت لاغر هستند و پایین‌تنه باریک‌تر است چین‌خوردگی زیادی در ناحیه باسن و ران ایجاد می‌گردد. بنابراین یک الگوی یکسان برای تمام شکل‌های بدنی نمی‌تواند تناسب و ایستایی یکسانی در هنگام پوشیدن لباس ایجاد نماید. در این نرم‌افزار از طریق نقشه‌های تنش، کرنش و تناسب می‌توان به تجزیه و تحلیل مسائل مربوط به ارگونومی بخش‌ها و کیفیت الگوسازی پرداخت. یکی از مزایای نرم‌افزار CLO3D گزارش مقادیر عددی تنش، کرنش و تنگ بودن لباس است که در بعضی نرم‌افزارها این موارد فقط به صورت کیفی قابل دستیابی است [۱۱]. جدول ۴ همچنین تصاویر مربوط به توزیع تنش، کرنش و تناسب لباس را در

داده شود. این تغییرات شامل افزایش دور باسن در الگو به میزان ۲ سانتی‌متر، افزایش دور زانو در الگو به میزان ۱ سانتی‌متر، افزایش پهناى فاق در الگوی پیش به میزان ۱ سانتی‌متر و اصلاح منحنی فاق با گودی کمتر است. تغییرات مذکور سپس طبق جدول ۵ اعمال و شبیه‌سازی انجام شد. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، پس از اعمال تغییرات در الگو توزیع تنش و کرنش در لباس در سطح مطلوب است و بنابراین راحتی کافی برای شلوار ایجاد شده است.

بررسی توزیع تنش، کرنش و تناسب در جدول ۴ برای شکل بدنی مثلث وارونه نشان می‌دهد که لباس راحتی مطلوبی دارد و نواحی نارنجی یا قرمز در توزیع تنش و کرنش قابل مشاهده نیست. همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد در شکل بدنی مثلث وارونه عرض پایین‌تنه باریک‌تر است و بنابراین انتظار می‌رود الگوی اولیه شلوار برای این نواحی گشادتر باشد. از این‌رو هرچند راحتی کافی از لباس مشاهده می‌شود اما آویزش نامطلوبی بر بدن دارد که لازم است الگوی اولیه اصلاح گردد. تغییرات انجام شده در الگو شامل حذف پنس در الگوی پشت و پیش و انتقال آن به خط پهلو، کاهش دور باسن به میزان ۱ سانتی‌متر، کاهش پهناى فاق به میزان ۳ سانتی‌متر در الگوی پشت و ۱ سانتی‌متر در الگوی جلو و کاهش ۱ سانتی‌متر از دور زانو و دمپای شلوار است. طبق جدول ۵ الگو برای این شکل بدنی اصلاح شده و شبیه‌سازی پس از اصلاح الگو نیز آویزش و ایستایی بهتر شلوار را با کاهش چین‌خوردگی‌ها نشان می‌دهد.

طبق جدول ۴ با بررسی توزیع تنش، کرنش و تناسب برای شکل بدنی مستطیل می‌توان دریافت که در نواحی دور کمر و شکم میزان کرنش وارده به پارچه در بعضی نقاط قرمز رنگ است. همچنین چین‌خوردگی و چروک زیادی در زیر فاق دیده می‌شود و به طور کلی ایستایی شلوار به دلیل اختلاف دور ران مناسب نیست و لازم است با تغییراتی در الگو اصلاح گردد. طبق جدول ۵ این تغییرات شامل حذف پنس در الگوی پشت و پیش و انتقال آن به خط پهلو، کاهش دور باسن به میزان ۱ سانتی‌متر، کاهش ۱ سانتی‌متری از دور زانو و دمپای شلوار و اصلاح منحنی فاق با گودی کمتر است. شبیه‌سازی سه‌بعدی الگو پس از اصلاح ایستایی بهتر لباس را نشان می‌دهد. برای شکل بدنی بیضی نیز طبق جدول ۴ در نواحی پهلو رنگ زرد برای توزیع تنش و رنگ نارنجی و قرمز در ناحیه کمر و فاق برای توزیع کرنش مشاهده می‌شود. نقشه تناسب نیز حالت تنگ را در این نواحی نشان می‌دهد. آویزش و تناسب لباس در نواحی دور باسن و ران نامطلوب است و لازم است در الگوی شلوار اصلاحاتی از قبیل کاهش تعداد پنس‌های پشت، جابجایی پنس پیش به سمت وسط، کاهش دور باسن به میزان ۲ سانتی‌متر در الگوی پیش و کاهش پهناى فاق به میزان ۱ سانتی‌متر در هر دو الگو انجام گیرد. همان‌طور که تصاویر موجود در جدول ۵ نشان می‌دهد ایستایی بهتر لباس پس از اصلاح فراهم شده است.

با توجه به این نتایج می‌توان دریافت که یک الگوی واحد برای شکل‌های بدنی مختلف نمی‌تواند تناسب و ایستایی مناسبی

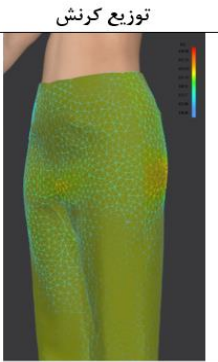
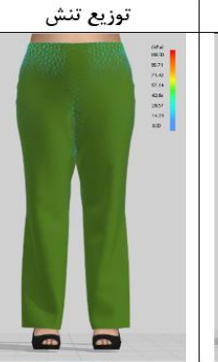


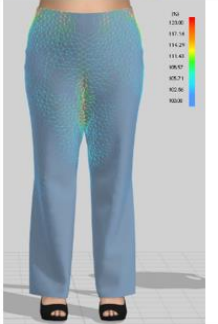
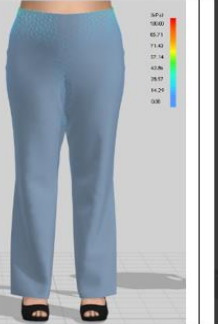



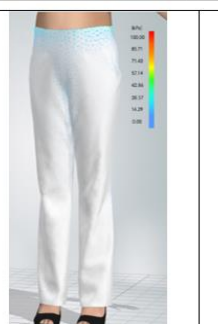
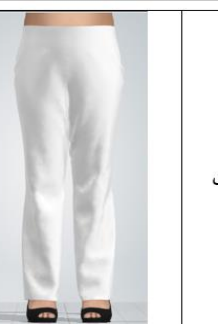

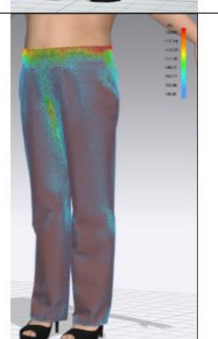

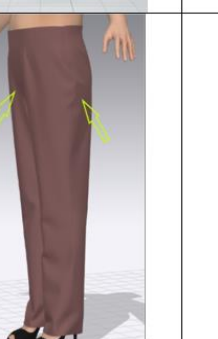
با شکل بدن مستطیلی است. بنابراین اختلاف کمتر دور کمر و باسن برای شکل بدنی مستطیل نسبت به مثلث در الگوسازی باید در نظر گرفته شود [۹].

با توجه به ارزیابی‌های کلی شکل‌های بدن، می‌توان گفت که سیستم‌های الگوسازی برای تمامی شکل‌های بدنی مناسب نیستند. به همین دلیل سیستم‌های الگوسازی باید با توجه به اشکال مختلف بدن مورد بازنگری قرار گیرند. به‌عنوان مثال، تعداد، مکان و عرض پنس‌ها را می‌توان با توجه به تفاوت بین دور باسن و دور کمر در سیستم‌های الگوسازی که دارای عرض پنس ثابت هستند، تنظیم نمود. همچنین می‌توان از اندازه‌های اصلاح‌شده برای هر شکل بدنی در ترسیم الگو استفاده نمود. در این راستا اندازه‌های اصلاح‌شده برای ترسیم الگوی شلوار متناسب با هر شکل بدنی در جدول ۵ بیان شده است که به‌خصوص بیش‌ترین تغییر مربوط به اندازه دور باسن است. باید توجه نمود که اندازه‌های اصلاح‌شده به تولیدکنندگان این امکان را می‌دهد که تولیدات خود را در دسته‌بندی‌های متناسب با هر شکل بدنی ارائه نمایند همان‌طور که بسیاری از برندهای معتبر جهانی امروزه به این موضوع توجه ویژه‌ای دارند. ایجاد تغییرات در سیستم‌های الگوسازی با به‌کارگیری فناوری‌های نوین در مدل‌سازی و سایزبندی الگوها با توجه به اشکال مختلف بدن به تولیدکنندگان اجازه می‌دهد تا تناسب و رضایت بیشتری ایجاد نمایند.

از لباس را ایجاد نماید. با توجه به شکل بدنی مثلث، افزایش دور باسن و دور زانو علاوه بر افزایش پهنای فاق در الگوی پیش و اصلاح منحنی فاق با گودی کمتر می‌تواند ایستایی مناسبی برای این شکل ایجاد نماید. تاما و همکارانش نیز نشان دادند که اختلاف زیاد دور باسن و دور کمر در شکل بدنی مثلث باعث ایجاد مشکل در تناسب می‌گردد. این مشکل هم در روش الگوسازی متریک و هم روش‌های دیگر برای شکل بدنی مثلث وجود دارد [۱۱]. نشان داده شده است که برای شکل بدنی مثلث در تهیه الگوی بالاتنه لازم است دور کمر و باسن افزایش یابد، درحالی‌که برای شکل بدنی مستطیل بهتر است دور کمر و باسن کاهش یابد [۱۷].

برای شکل بدنی مثلث وارونه به دلیل عرض کمتر باسن و ران، کاهش دور باسن، کاهش پهنای فاق و کاهش دور زانو و دم‌پای شلوار به همراه حذف پنس و انتقال آن به خط پهلو منجر به ایستایی و تناسب مطلوب لباس در بدن شده است. محققان دیگر نیز پیشنهاد نمودند که الگوسازی برای افراد با شکل بدنی مثلث وارونه به دلیل تفاوت در دور باسن، دور کمر و دور سینه جدا از دیگر دسته‌ها صورت گیرد [۹]. برای شکل بدنی مستطیل نیز حذف پنس و انتقال آن به خط پهلو علاوه بر کاهش دور باسن، دور زانو و دمپا به همراه اصلاح منحنی فاق با گودی کمتر منجر به تناسب مطلوب از لباس شده است. محققان نشان دادند درحالی‌که اندازه دور کمر زنان با شکل‌های مثلث و مستطیل به یکدیگر نزدیک است. اندازه دور باسن زنان با شکل بدن مثلثی ۵-۶ سانتی‌متر بیشتر از زنان

جدول ۴: توزیع تنش، کرنش و تناسب

تناسب	توزیع کرنش	توزیع تنش	نمای سه بعدی	شکل بدنی
				مثلث
				مثلث وارونه
				مستطیل
				بیضی

جدول ۵ تغییرات الگو متناسب با شکل بدنی

شکل بدنی	نحوه اصلاح الگو	تصویر الگو پشت	تصویر الگو پیش	شبیه‌سازی پس از اصلاح الگو
مثلث	<p>افزایش دور باسن به میزان ۲ سانتی‌متر</p> <p>افزایش دور زانو به میزان ۱ سانتی‌متر</p> <p>افزایش پهناي فاق در الگوی پیش به میزان ۱ سانتی‌متر و اصلاح منحنی فاق با گودی کمتر</p>			
مثلث وارونه	<p>حذف پنس در الگوی پشت و پیش و انتقال آن به خط پهلو</p> <p>کاهش دور باسن به میزان ۱ سانتی‌متر</p> <p>کاهش پهناي فاق به میزان ۳ سانتی‌متر در الگوی پشت و ۱ سانتی‌متر در الگوی جلو</p> <p>کاهش ۱ سانتی‌متری از دور زانو و دمپا</p>			
مستطیل	<p>حذف پنس در الگوی پشت و پیش و انتقال آن به خط پهلو</p> <p>کاهش دور باسن به میزان ۱ سانتی‌متر</p> <p>کاهش ۱ سانتی‌متری از دور زانو و دمپا</p> <p>اصلاح منحنی فاق با گودی کمتر</p>			
بیضی	<p>کاهش تعداد پنس‌های پشت</p> <p>جابجایی پنس پیش به سمت وسط</p> <p>کاهش دور باسن به میزان ۲ سانتی‌متر در الگوی پیش</p> <p>کاهش پهناي فاق به میزان ۱ سانتی‌متر در هر دو الگو</p>			

۵- نتیجه گیری

شلوار می‌شود. در شکل بدنی بیضی نیز به دلیل باریکی پاها و تمرکز وزن در ناحیه شکم، کاهش پنس‌ها، دور باسن و پهناى فاق به افزایش راحتی و تناسب لباس کمک می‌کند. این نتایج تأیید می‌کند که در فرآیند الگوسازی پوشاک، لازم است شکل کلی بدن مورد توجه قرار گیرد و تغییرات مشخصی در اندازه‌ها و ساختار الگو اعمال شود. در همین راستا، جدول اصلاحات پیشنهادی الگوها می‌تواند به عنوان راهنمایی کاربردی برای تولیدکنندگان داخلی مورد استفاده قرار گیرد تا با به‌کارگیری آن، پوشاکی با تناسب بهتر تولید کرده و رضایت مشتریان را افزایش دهند. در نهایت، این پژوهش بر لزوم بازنگری در سیستم‌های الگوسازی سنتی تأکید دارد و بیان می‌دارد که با بهره‌گیری از فناوری‌های سه‌بعدی و تحلیل‌های دقیق تناسب، می‌توان مسیر تولید انبوه را متناسب با اشکال بدنی مختلف هموار ساخت.

۶- منابع

- [1]. Sokolowski, S.L., Bettencourt, C. Modification of the female figure identification technique (FFIT) formulas to include plus size bodies. of Conference.: 3DBODY. TECH Conference, 2020.
- [2]. Cai, H. On the Effect of Human Body Shape on Fashion Pattern Making. in 2014 International Conference on Education Technology and Social Science. of Conference.: Atlantis Press, 2014.
- [3]. Aasi Haddad, S., Shakeri, M., Ahmadi, M.S., Design and Manufacture of Work

یافته‌های این پژوهش نشان داد که استفاده از یک الگوی واحد برای طراحی شلوار، پاسخگوی نیازهای متنوع شکل‌های بدنی مختلف نیست و نمی‌تواند تناسب و ایستایی مطلوبی برای همگان فراهم آورد. تحلیل توزیع تنش، کرنش و تناسب در نرم‌افزار CLO3D نشان داد که هر شکل بدنی نیازمند تغییرات خاصی در الگوی شلوار است تا راحتی، تناسب و زیبایی بصری بهینه حاصل شود. نتایج نشان می‌دهد که شکل بدنی مثلث به دلیل تمرکز وزن در ناحیه پایین‌تنه نیازمند افزایش دور باسن، دور زانو و اصلاح فاق است؛ در حالی که برای شکل بدنی مثلث وارونه، کاهش این ابعاد و جابه‌جایی پنس‌ها منجر به ایستایی بهتر شلوار می‌شود. در شکل بدنی مستطیل، به دلیل ایجاد چروک در زیر فاق، کاهش اندازه‌های دور باسن، زانو و دمپا به همراه حذف پنس‌ها و اصلاح منحنی فاق باعث بهبود ایستایی Clothing for Women Labors at Garment Factories. Journal of Textile Science and Technology. 5(3),3-8, 2015.

- [4]. Schofield, N.A., Ashdown, S.P., Hethorn, J., LaBat, K., Salusso, C.J., Improving pant fit for women 55 and older through an exploration of two pant shapes. Clothing and Textiles Research Journal. 24.۲۰۰۶, ۱۴۷-۱۶۰, (۲)
- [5]. Vithanage, C., Jayawardane, T., Niles, S., Thilakaratne, C., Importance of Body Shape Categorization in Developing Size Charts for Female Pants. IOSR Journal of

- Polymer and Textile Engineering. 3(6),26-32, 2016.
- [6]. Istook, C.L., Female figure identification technique (ffit) for apparel part I: Describing female shapes. J. Text. Appar. Technol. Manag. 4(1-16), 2004.
- [7]. Yim Lee, J., Istook, C.L., Ja Nam, Y., Mi Park, S., Comparison of body shape between USA and Korean women. International Journal of Clothing Science and Technology. 19(5),374-391, 2007.
- [8]. Manuel, M.B., Connell, L.J., Presley, A.B., Body shape and fit preference in body cathexis and clothing benefits sought for professional African-American women. International Journal of Fashion Design, Technology and Education. 3(1),25-32, 2010.
- [9]. ÇİLEROĞLU, B., Body shapes of Turkish women: In terms of the ready-to-wear industry. Textile and Apparel. 20(2),130-136, 2010.
- [10]. Cho, Y., Komatsu, T., Inui, S., Takatera, M., Shimizu, Y., Park, H., Individual pattern making using computerized draping method for clothing. Textile research journal. 76(8),646-654, 2006.
- [11]. Tama, D., Öndoğan, Z., Fitting evaluation of pattern making systems according to female body shapes. Fibres & Textiles in Eastern Europe. 2014.
- [12]. Lim, H., Cassidy, T., A comparative study of trouser pattern making methods. Journal of Textile Engineering & Fashion Technology. 1(5), 2017.
- [13]. Gill, S., A review of research and innovation in garment sizing, prototyping and fitting. Textile Progress. 47(1),1-85, 2015.
- [14]. Lim, H.-S., Istook, C.L., Comparison of virtual avatars by using automatic and manual method. Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles. 34(12),1968-1979, 2010.
- [15]. Nazari, S., Vida, T., Talebpour, F., Valipour, P., Design of modular clothing using 3D printing technology with the approach to sustainability in fashion. Journal of Textile Science and Technology. 13(3),83-104, 2024.
- [16]. Soni, S., Munjal, K., A Comparative Analysis of Clo3d & 2d Softwares To Design Apparels And Their Impact On Fashion Industry. Journal for ReAttach Therapy and Developmental Diversities. 6(1),1395-1398, 2023.
- [17]. Ünal, N., Utkun, E., Impacts of female body shapes on patternmaking. Industri· a Texti· la. 2018.
- [18]. Boldt, R., Carvalho, M. Virtual prototyping as an evaluation method for functional clothing. in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. of Conference.: IOP Publishing, 2018.