Part B: Persian Edition

Journal of Textiles and Polymers

Vol. 9, No. 2, 71-80, 2021

RESEARCH PAPER

Development of Resizing Software for Paper Patterns

Maliheh Dehghan[1], Morteza Vadood[1,2*], Pedram Payvandy[1,2] and Mehdi Rezaeian[2,3]

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

2. Center of Excellence for Machine Vision in Textile and Apparel Industry, Yazd University, P.O. Box 89195-741, Yazd, Iran

3. Department of Electrical and Computer Engineering, Engineering Integrated, Yazd University, P.O. Box 89195-741, Yazd, Iran

Received: 20 August 2020, Accepted: 21 December 2020

Abstract

Today, with the advancement of technology and practical tools, the use of manual methods has become inefficient due to time consuming. The keys to success in clothing production are the correct use of modern tools, new methods of design and production management. In the present study, an attempt was made to provide a fast and accurate method for converting a paper pattern to a modifiable and sizable digital pattern using image processing that is easily accessible and is not required special knowledge. In addition, different types of patterns including female upper body pattern, collar and collar hem, sleeves and pants were prepared. In order to express the results, six levels are considered for the average error obtained from sizing, which are high level (error less than 0.1 cm), relatively high (error between 0.1 cm to 0.4 cm), medium (error between 0.4 cm to 0.6 cm), relatively medium (error between 0.6 cm to 0.8 cm), relatively low (error between 0.8 to 1 cm) and low (error greater than 1 cm). After sizing and evaluating the measured errors, it was concluded that the average total errors in the proposed method to increase and decrease the sizes are 0.33 and 0.266 cm, respectively.

Keywords: paper pattern, digital pattern, image processing, clothing, sizing

(*) To whom correspondence should be addressed.
E-mail: mortezavadood@yazd.ac.ir

نشریه نساجی و پلیمر

سال ۹، شماره ۲، ۸۰-۷۱، بهار ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

توسعه نرم‌افزار تغییر اندازه برای الگوهای کاغذی

ملیحه دهقان[۱]، مرتضی ودود[۱،۲*]، پدرام پیوندی[۱،۲]، مهدی رضاییان[۲،۳]

۱- یزد، دانشگاه یزد، پردیس فنی و مهندسی، دانشکده مهندسی نساجی، صندوق پستی ۷۴۱-۸۹۱۹۵

۲- یزد، دانشگاه یزد، هسته علمی بینایی ماشین در صنعت نساجی و پوشاک، صندوق پستی ۷۴۱-۸۹۱۹۵

۳- یزد، دانشگاه یزد، پردیس فنی و مهندسی، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، صندوق پستی ۷۴۱-۸۹۱۹۵

دریافت: ۱۳۹۹/۵/۳۰، پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱

چکیده

امروزه با پیشرفت فناوری و ابزارهای کاربردی، استفاده از روش‌های دستی به‌دلیل زمانبری ناکارآمد شده‌اند. رمز موفقیت در تولیدات پوشاک بهره‌گیری صحیح از ابزارهای روز، روش‌های نوین طراحی و مدیریت تولید است. در پژوهش حاضر تلاش شد، روش سریع و دقیقی برای تبدیل الگوی کاغذی به الگوی دیجیتالی قابل‌تصحیح و اندازه‌گذاری با استفاده از پردازش تصویر ارائه شود که به‌راحتی قابل‌دسترس بوده و کار با آن به دانش خاصی نیاز نداشته باشد. بدین منظور، انواع الگوهای مختلف شامل الگوهای بالاتنه زنانه، یقه و سجاف یقه، آستین و شلوار تهیه شد. برای بیان نتایج، شش سطح برای میانگین خطای به‌دست‌آمده از اندازه‌گذاری درنظر گرفته شد که به‌صورت سطح زیاد (خطای کمتر از ۰/۱ cm)، نسبتاً زیاد (خطای بین ۰/۱ cm تا ۰/۴ cm)، متوسط (خطای بین ۰/۴ cm تا ۰/۶ cm)، نسبتاً متوسط (خطای بین ۰/۶ cm تا ۰/۸ cm)، نسبتاً کم (خطای بین ۰/۸ cm تا ۱ cm) و کم (خطای بیش از ۱ cm) تعریف شده است. پس از انجام فرایند اندازه‌گذاری و بررسی خطاهای اندازه‌گیری‌شده نتیجه‌گیری شد، میانگین خطای کل در روش پیشنهادی به‌منظور افزایش و کاهش اندازه به‌ترتیب برابر ۰/۳۳ و ۰/۲۶۶ cm است.

واژه‌های کلیدی: الگوی کاغذی، الگوی دیجیتال، پردازش تصویر، پوشاک، اندازه‌گذاری

۱ مقدمه

برای یک طراحی لباس موفق، الگوسازی گامی اساسی است. الگوسازی شامل طراحی و ساخت قالب‌هایی است که لباس‌ها و انواع صنایع دستی به‌وسیله آن‌ها دوخته و تهیه می‌شوند [۱]. الگوها، تکه‌های کاغذ برش‌خورده‌ای هستند که با قراردادن روی پارچه و ترسیم خطوط دور آن‌ها، می‌توان پارچه را به همان شکل برش زد [۲]. امروزه، نرم‌افزارهای طراحی لباس به‌وسیله شرکت‌های مختلف طراحی و تولید شده‌اند. این شرکت‌ها سعی داشته‌اند تا با استفاده از ابزارهای گوناگون نرم‌افزاری و سخت‌افزاری در سریع‌ترین زمان ممکن نیاز تولیدکنندگان را در طراحی، اندازه‌گیری ابعاد بدن، اندازه‌گذاری (sizing) و چیدمان الگوها با دقت زیاد تأمین کنند [۳]. استفاده از دستگاه‌های طراحی لباس، اگرچه به‌طور درخور توجهی توسعه یک محصول را آسان می‌کند، اما دانش و مهارت کاربر هنوز بسیار مهم است. به‌طور مثال، برای تبدیل الگوی کاغذی به دیجیتالی با دیجیتایزر، برای یک مدل با ۷ قطعه به ۳۰ min زمان نیاز است، در حالی که تبدیل تصویر الگو به قالب دیجیتالی با

* مسئول مکاتبات، پیام‌نگار: mortezavadood@yazd.ac.ir

پردازش تصویر تنها طی چند ثانیه انجام می‌شود. از طرفی، شکل هندسی الگوها می‌تواند در بسیاری از قالب‌ها مانند GEM، DXF و غیره ذخیره شود. بدین دلیل، الگوهای دیجیتالی را می‌توان در دستگاه‌های مختلف بارگذاری کرد [۴].

Behera و Mishra در سال ۲۰۰۶ آویزش، پرزدانه، طرح و چین و چروک را که از مهم‌ترین خواص ظاهری در پارچه‌های پوشاکی هستند، با استفاده از پردازش تصویر دوبعدی اندازه‌گیری کردند و یک شاخص ظاهری براساس این ویژگی‌ها ارائه دادند [۵]. Song و همکاران در سال ۲۰۰۸ با استفاده از عکس‌برداری از روی پارچه‌های حلقوی که مصرف پوشاکی دارند، توانستند روشی را برپایه پردازش تصویر و معادلات رگرسیونی ابداع کنند که به‌کمک آن بتوان طول حلقه را اندازه‌گیری کرد. نتایج به‌دست‌آمده دقت زیاد روش ابداعی را نشان داد [۶]. رکن‌آبادی و همکاران در سال ۲۰۱۲ سامانه اندازه‌گیری بدن در لباس را براساس پردازش تصویر ارائه کردند. در این روش، سه نوار با رنگ درخشان در اطراف سینه، کمر و باسن تحت کشش کنترل‌شده قرار می‌گیرند که روی آن‌ها دو شکل دایره و مستطیل قرار دارد. سپس، با توجه به تغییر شکل‌های روی نوارها، اندازه‌گیری بدن انجام می‌شود [۷].

Lim در سال ۲۰۱۲ به‌منظور اندازه‌گذاری، الگوهای پایه را با استفاده از دیجیتایزر گربر به‌صورت دیجیتالی درآورد و نقاط مهم را برای طراحی الگو مشخص کرد. در مرحله بعد، از جدول‌های اندازه‌گذاری برای واردکردن اندازه‌های استاندارد استفاده کرد [۸]. همچنین، Ko و Kim در سال ۲۰۱۳ نرم‌افزاری براساس پردازش تصویر توسعه دادند که می‌تواند الگوهای دوخت را روی پارچه‌های طرح‌دار برمبنای تکرار طرح روی پارچه تنظیم کند [۹].

در پژوهشی دیگر، Lee و Sul در سال ۲۰۱۶ با عکس‌برداری دوبعدی از الگوهای مختلف، ابتدا یک پایگاه داده تشکیل دادند. سپس آن‌ها تلاش کردند، با استفاده از فنون پردازش تصویر، الگوی منطبق با تصویر یک الگوی جدید و ناشناخته را در پایگاه داده پیدا کنند [۱۰]. دهقان و پیوندی در سال ۲۰۱۶ تصویر دوبعدی ۳۰ جفت دست را بررسی و سعی کردند، ابعاد آن‌ها شامل طول، عرض و دور دست را از روی تصاویر دوبعدی تخمین زنند [۱۱]. Senanayake و همکاران در سال ۲۰۱۸ با استفاده از یک وبکم، سامانه‌ای را برای اندازه‌گیری ابعاد بدن توسعه دادند که دارای قابلیت استخراج اندازه‌های بدن برای دوخت لباس با عکس‌برداری دوبعدی از جلو و جانب بود. نتایج به‌دست‌آمده از این روش با نتایج حاصل از اسکنرهای سه‌بعدی بدن و همچنین روش اندازه‌گیری دستی مقایسه و دقت قابل قبولی مشاهده شد [۱۲].

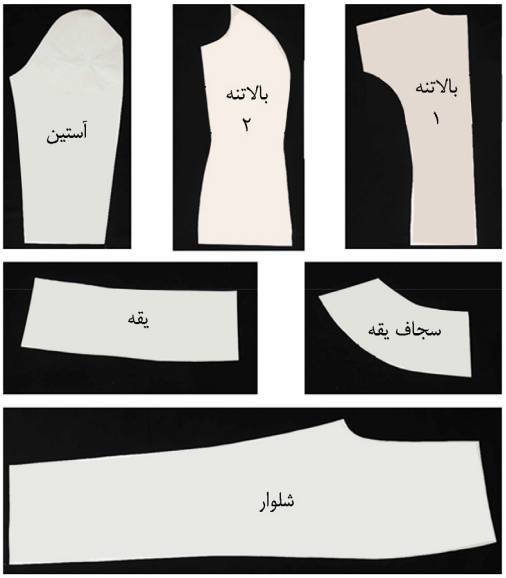
Naveed و همکاران در سال ۲۰۱۸ شکل‌های دوبعدی قالب را روی اندام بدن با استفاده از الگوریتم‌های مختلف پردازش تصویر ارزیابی کردند. درنهایت، آن‌ها ۴ شکل دایره، مستطیل، بیضی و مثلث را به‌عنوان طرح‌های قالب اندام بدن معرفی کردند. سپس با تطبیق اندازه‌های دوبعدی الگوی دوخت و طرح‌های قالب بدن، مقدار مصرف پارچه را برای الگوهای مختلف ارزیابی کردند تا بتوانند دورریز پارچه را کاهش دهند [۱۳]. Balasubramaniam و Ramprabu در سال ۲۰۱۹ با استفاده از ترکیب الگوریتم‌های پردازش تصویر و خوشه‌بندی، روشی را برای اندازه‌گیری خودکار قسمت‌های مختلف پوشاک بر مبنای تصاویر دوبعدی ابداع کردند که دارای دقت زیادی نیز بود [۱۴].

اخیراً Shen و همکاران در سال ۲۰۲۰ سامانه‌ای را توسعه داده‌اند که ابتدا از الگوی دوخت عکس‌برداری دوبعدی انجام می‌دهد و سپس با تعیین ابعاد، آن را به حالت سه‌بعدی تبدیل می‌کند و روی مانکن سه‌بعدی نمایش می‌دهد [۱۵]. در موارد پیش‌گفته، همواره از پردازش تصویر به‌عنوان ابزاری برای استخراج اطلاعات دقیق در ارتباط با موضوعات پوشاک، مانند یافتن ابعاد بدن، دسته‌بندی پوشاک، اندازه‌گذاری و غیره استفاده شده است. از این رو می‌توان گفت، پردازش تصویر ابزاری کارآمد در این ارتباط است. در حال حاضر نیز دستگاه فتودیجیتایزر جمینی که بخشی از نرم‌افزار جمینی است، تصویر الگوی کاغذی را به‌شکل دیجیتال تبدیل می‌کند. البته باید توجه داشت، بدین منظور به نرم‌افزار جمینی نیاز بوده که تهیه آن هزینه‌بر است و همچنین کاربر نیز باید مهارت فنی کار با آن را داشته باشد [۲]. بنابراین در پژوهش حاضر تلاش شد، روش سریع، آسان و تا حد امکان دقیقی برای تبدیل الگوی کاغذی به دیجیتال برپایه پردازش تصویر ارائه شود که به‌راحتی قابل‌دسترس بوده و کار با آن به دانش خاصی نیاز نداشته باشد. رمز موفقیت در تولیدات پوشاک ملزم به بهره‌گیری صحیح از ابزارهای روز، روش‌های نوین طراحی و مدیریت تولید است. در نرم‌افزار ارائه‌شده سعی شده است تا نیاز تولیدکنندگان را در اندازه‌گذاری با دقت قابل قبول تأمین شود.

۲ تجربی

۲-۱ روش

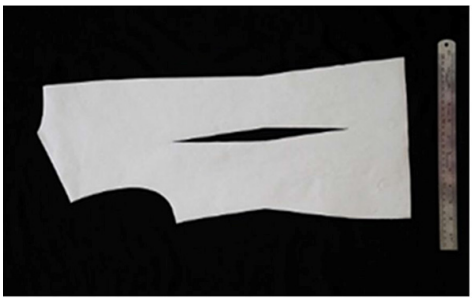
مبنای گردآوری داده‌های آزمون در این پژوهش، الگوهای آماده اندازه‌گذاری شده است (شکل ۱). درابتدا، از الگوهای موجود روی



شکل ۱- تصاویر انواع الگوهای استفاده‌شده در این پژوهش.

کاغذ الگو، با استفاده از خودکار نسخه‌ای تهیه و از آن‌ها بدون برش عکس‌برداری شد. اما مشاهده شد، خطوط رسم‌شده در تصاویر وضوح کافی ندارند و به‌راحتی قابل تشخیص نیستند. بدین علت و برای تفکیک بهتر الگو از پس‌زمینه، خطوط رسم‌شده برش خورده است. شکل ۱ تصاویر انواع الگوهای استفاده‌شده را پس از برش نشان می‌دهد. پس از تهیه تصاویر مطابق با شکل ۲، نرم‌افزاری برای تبدیل تصاویر الگوی کاغذی به دیجیتال و همچنین تغییر اندازه‌گذاری توسعه داده شد. در ادامه، هر مرحله از نرم‌افزار به‌طور مختصر توضیح داده شده است:

۱- تصویر ورودی: در این مطالعه، از الگوها در اتاق با نور محیط تصویربرداری شد. بدین منظور، الگوها روی میز با پس‌زمینه مشکی قرار داده شدند و عکس‌برداری با استفاده از دوربین دیجیتال از فاصله ۷۵ cm، عمود بر سطح میز با تفکیک ۷۲ dpi انجام گرفت (شکل ۳). اندازه تصویرهای تهیه‌شده در حدود ۵۵۰۰×۳۵۰۰ pixel بوده و وجود خط‌کش در تصاویر برای معادل‌سازی تعداد نقاط به سانتی‌متر است. قابل ذکر است، مواردی مانند زاویه دوربین با سطح



شکل ۳- نمونه‌ای از تصویر یک الگو به‌عنوان ورودی.

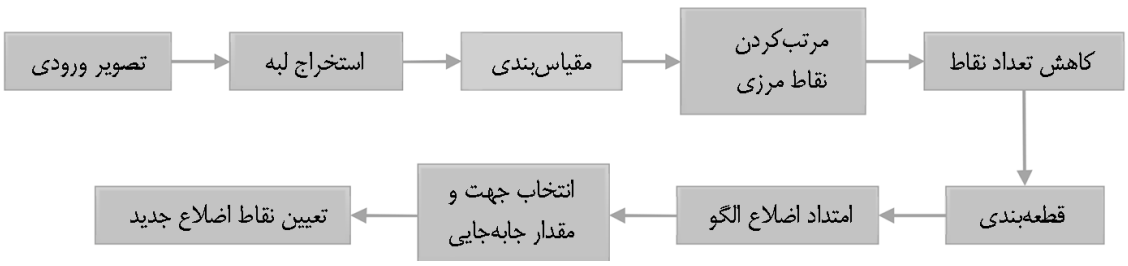
میز یا کشیدگی گوشه‌ها کاملاً بر دقت کار اثرگذار هستند. اما از آنجا که هدف این پژوهش ارائه روش آسان و سریعی برای تبدیل الگوهاست، روش عکس‌برداری به شرح پیش‌گفته استفاده شده است.

۲- استخراج لبه: ابتدا آماده‌سازی تصویر انجام شد که شامل تبدیل تصویر رنگی به خاکستری است. با توجه به کیفیت تصاویر تهیه‌شده و نورپردازی مناسب، از روش دودویی‌کردن ساده برای تبدیل تصاویر خاکستری به دودویی استفاده و نقاط مرزی استخراج شد که تنها حاوی خطوط دورتادور الگو بوده و عاری از هرگونه جزئیات است.

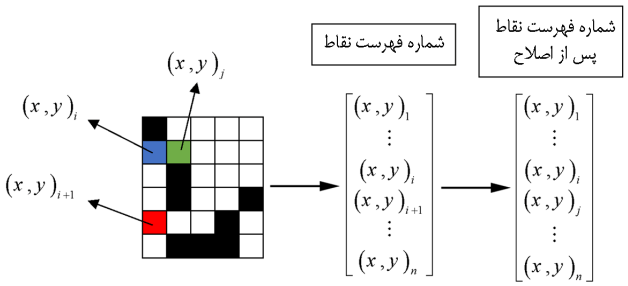
۳- مقیاس‌بندی: ۲ نقطه روی خط‌کش به فاصله ۱ cm از هم در تصویر ورودی (مانند شکل ۳) انتخاب و فاصله اقلیدسی بین این دو نقطه محاسبه می‌شود که نشانگر تعداد نقاط معادل ۱ cm است.

۴- مرتب‌کردن نقاط مرزی: اگر مرز الگو شامل n نقطه باشد، معمولاً ترتیب قرارگیری شماره نقاط در فهرست تهیه‌شده اولیه با ترتیب قرارگیری آن‌ها در شکل تطابق ندارد. مثلاً ممکن است در فهرست، شماره ۲ نقطه پیاپی i و i+1 باشد، اما در شکل این دو نقطه در کنار هم نباشند و بین آن‌ها نقاط دیگری قرار داشته باشند. بدین علت براساس کمترین فاصله، چیدمان نقاط در فهرست اصلاح می‌شود (شکل ۴).

۵- کاهش تعداد نقاط: از آنجا که برش‌ها با دست و قیچی انجام شده‌اند، لبه‌ها به‌صورت خطوط کاملاً افقی یا عمودی نبوده و پراکندگی نقاط مرزی در اطراف محور لبه‌ها زیاد است. همچنین



شکل ۲- الگوی جریان الگوریتم نرم‌افزار اندازه‌گذاری الگو.



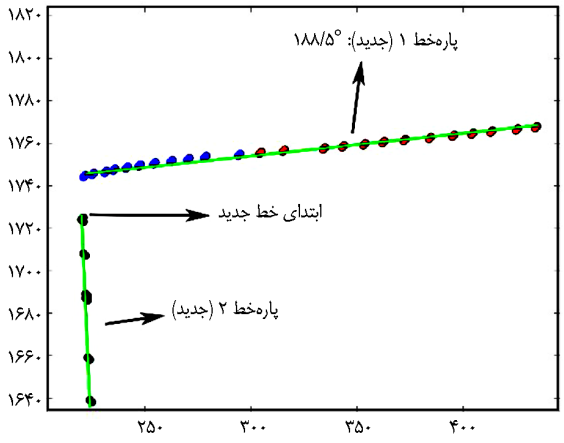
شکل ۴- مرتب‌سازی چیدمان نقاط در فهرست.

با توجه به اندازه تصویرهای به‌دست‌آمده، تعداد نقاط مرزی در هر الگو نیز بسیار زیاد است. از این رو به‌منظور پردازش سریع‌تر داده‌ها، از میان مجموعه نقاطی که دارای سطر یا ستون یکسان هستند، نقاط ابتدایی و انتهایی مجموعه حفظ شده و بقیه نقاط حذف می‌شوند.

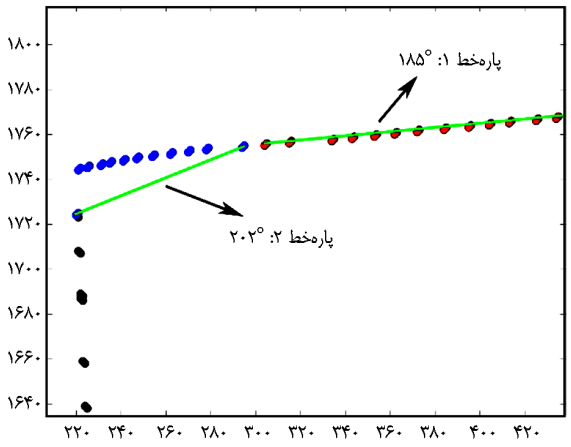
۶- قطعه‌بندی: به‌منظور تفکیک اضلاع الگو، براساس فهرست اصلاح‌شده (مرحله ۴)، ۵۰ نقطه اول مرزی در قالب دو پاره‌خط (هر کدام شامل ۲۵ نقطه) درنظر گرفته‌شده و خطی بین نقاط ابتدایی و انتهایی آن‌ها برازش می‌شود. سپس، زاویه هر کدام از خط‌ها نسبت به محور افقی محاسبه می‌شود. اگر اختلاف زاویه دو خط از مقدار درنظر گرفته‌شده (۱۵°) کمتر باشد، بدان معناست که دو پاره‌خط در یک راستا هستند و می‌توان مجموع نقاط آن دو را به‌عنوان پاره‌خط جدیدی درنظر گرفت. اما اگر اختلاف زاویه بیش از ۱۵° باشد، نقطه انتهایی از پاره‌خط دوم حذف شده و زاویه پاره‌خط جدید (شامل ۲۴ نقطه) با پاره‌خط قبلی مجدداً مقایسه می‌شود. این روند تا باقی‌ماندن ۳ نقطه در پاره‌خط دوم ادامه می‌یابد. اگر درنهایت، اختلاف زاویه بین دو پاره‌خط بیش از ۱۵°باشد، بدان معناست که پاره‌خط دوم خود ابتدای خط جدیدی است. بدین ترتیب، اضلاع تشکیل‌دهنده مرز الگو از یکدیگر تفکیک می‌شوند. شکل ۵ نمایی از قطعه‌بندی را نمایش می‌دهد. قابل ذکر است، انتخاب گام ۲۵ نقطه‌ای و معیار ۱۵° با استفاده از روش آزمون و خطا به‌دست آمده است و خطوط منحنی با انتخاب این معیارها به‌راحتی قابل شناسایی و تفکیک هستند.

۷- امتداد اضلاع الگو: پس از تفکیک اضلاع الگو، مطابق شکل ۶ هر ضلع الگو در راستای دو سر خود به‌اندازه ۸۰۰ نقطه امتداد داده می‌شود (دلیل این موضوع در مرحله ۹ توضیح داده شده است).

۸- انتخاب جهت و مقدار جابه‌جایی: با توجه به قطعه‌بندی الگو، هر ضلع آن قابل پردازش است و با انتخاب ضلع مدنظر و تعیین زاویه دلخواه (بین ۰° تا ۳۶۰°) و گام تغییر (براساس تعداد نقطه، با توجه به مقیاس مرحله ۳) می‌توان ضلع قبلی را جابه‌جا کرد. یادآور



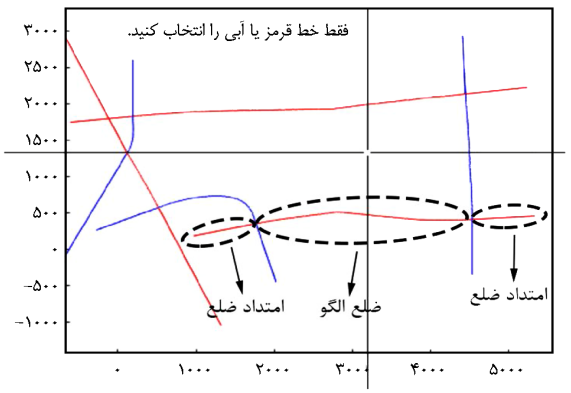
(الف)



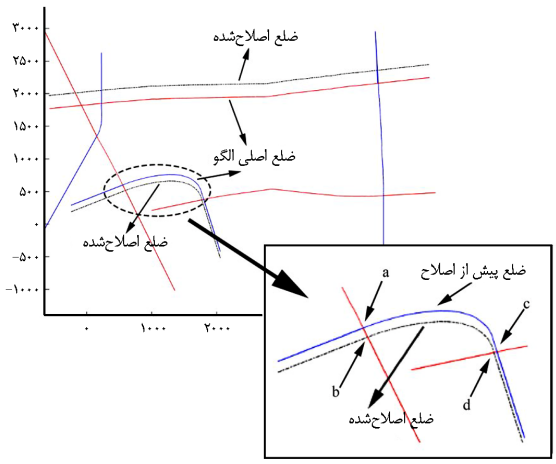
(ب)

شکل ۵- تفکیک خطوط الگو: (الف) نمایش دو پاره‌خط هر یک شامل ۲۵ نقطه و (ب) افزودن تعدادی از نقاط پاره‌خط ۲ به پاره‌خط ۱ و تشکیل پاره‌خط ۱ جدید و نیز ایجاد پاره‌خط ۲ جدید.

می‌شود، در این مرحله کاربر باید با اصول اندازه‌گذاری الگو آشنا باشد. این روند در شکل ۷ برای ۲ ضلع نشان داده شده است. در



شکل ۶- امتداد خطوط الگو، برای نمایش بهتر، اضلاع الگو به‌طور یک در میان به رنگ آبی و قرمز هستند.

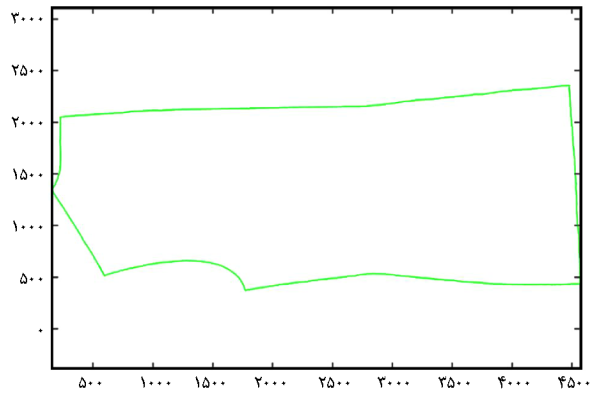


شکل ۷- نمایش ضلع جدید الگو پس از انتخاب جهت و مقدار جابه‌جایی، محدوده ضلع پیش از اصلاح بین نقاط a و c و پس از اصلاح بین نقاط b و d است.

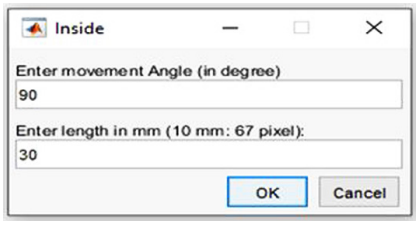
این مرحله، می‌توان به تعداد دلخواه هر ضلع را جابه‌جا کرد. در صورتی که ضلعی قبلاً جابه‌جا شده باشد، با انتخاب مجدد ضلع اصلیِ آن و اعمال زاویه و گام جدید، موقعیت ضلع جابه‌جاشده به‌روزرسانی می‌شود.

۹- تعیین نقاط اضلاع جدید: در این مرحله اضلاع اصلاح‌شده جایگزین اضلاع متناظر پیشین الگو می‌شوند. مطابق شکل ۸ الگوی جدید بدون وجود خطوط اضافه ترسیم می‌شود. لازم به ذکر است، در صورتی که ضلعی اصلاح شود، (مانند شکل ۷) محدوده ضلع جدید از تقاطع با اضلاع کناری یا امتداد آن‌ها به‌دست می‌آید.

۱۰- جابه‌جایی پنس: در صورتی که الگو دارای پنس باشد، همان‌گونه که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، پس از اندازه‌گذاری الگو، پنجره‌ای تحت عنوان "Inside" نمایش داده می‌شود. در پنجره ظاهرشده با توجه به اصول اندازه‌گذاری و مقیاس حاصل در مرحله ۳،



شکل ۸- نمایش الگوی جدید بدون وجود خطوط اضافی.



شکل ۹- پارامترهای تعریف‌شده برای تغییر موقعیت پنس.

زاویه و مقدار جابه‌جایی پنس داخلی تعریف می‌شود. گفتنی است، در مرحله ۸ نیز اطلاعات برای جابه‌جایی اضلاع از طریق همین پنجره به الگوریتم وارد می‌شوند.

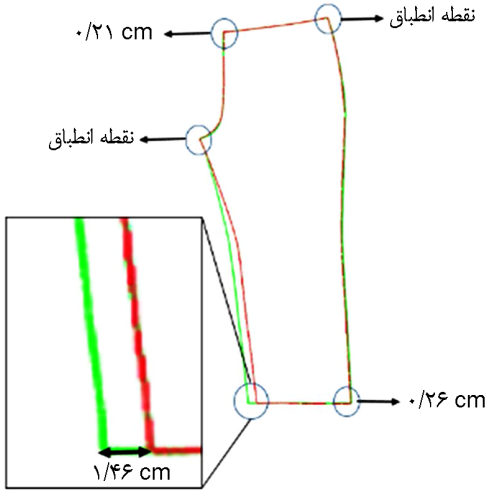
به‌عنوان نمونه، نتیجه تغییر موقعیت پنس داخل الگو در شکل ۱۰ نشان داده شده است. دیده می‌شود، موقعیت الگو در جهت زاویه ۹۰° نسبت به افق به مقدار ۴۰ mm تغییر یافته است.

پس از اعمال دستور فوق، برای ذخیره الگوی پردازش‌شده کاربر ملزم به واردکردن نام مناسب برای قطعه الگو است. تصویر در پوشه پیش‌فرضی ذخیره می‌شود که نرم‌افزار در آن قرار دارد.

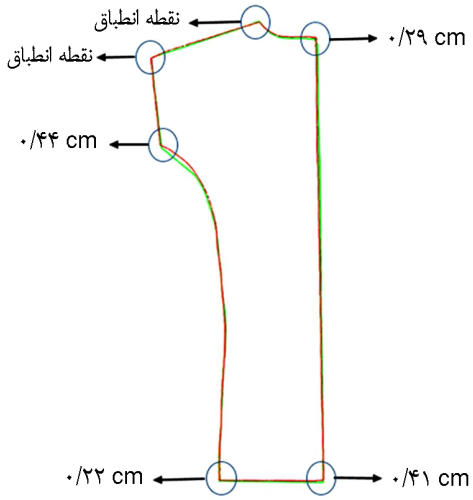
۳ نتایج و بحث

با استفاده از نرم‌افزار تهیه‌شده و استاندارد اندازه‌گذاری، الگوهای مختلف به اندازه دلخواه کمتر یا بیشتر (برای مثال اندازه ۳۸ به ۳۶ یا ۴۰) تبدیل شده‌اند. سپس سعی شده است تا در نرم‌افزار فتوشاپ تصویر اندازه تبدیل‌یافته با نرم‌افزار و تصویر اندازه واقعی متناظر روی هم قرار داده شوند، به‌طوری که بیشترین انطباق بصری حاصل شود. در مرحله بعد، با استفاده از نرم‌افزار متلب فاصله نقاط کلیدی بین دو تصویر به‌دست آمده است. این نقاط کلیدی در گوشه‌های الگو انتخاب شده که معمولاً در این نقاط دو الگو کاملاً بر هم منطبق نشده‌اند. اگرچه روش‌های مختلفی برای تطابق الگوها وجود دارد [۱۶]، اما روش به‌کاررفته در این مقاله از طریق مشاوره با استادکاران خیاط محلی انتخاب شده است.

شکل ۱۰- نتیجه تغییر موقعیت پنس: رنگ سبز، موقعیت قبلی و رنگ قرمز، موقعیت جدید را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱- تبدیل اندازه الگوی شلوار ۴۴ به ۳۸.



شکل ۱۲- تبدیل اندازه الگوی بالاتنه ۳۶ به ۴۰.

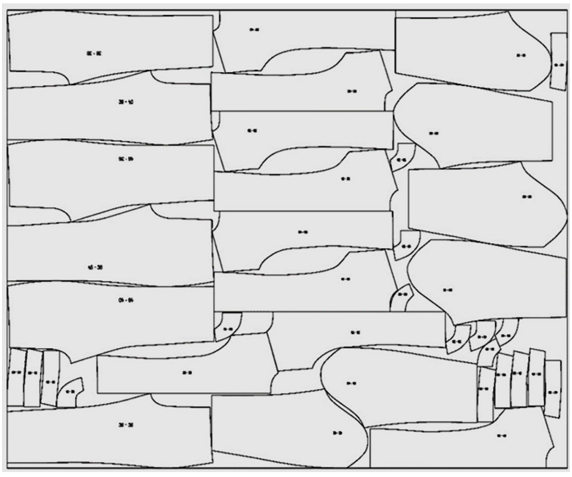
به‌منظور درک بهتر مفاهیم، اندازه‌گذاری شلوار و بالاتنه در ادامه به‌عنوان مثال توضیح داده می‌شوند. برای الگوی شلوار در اندازه‌گذاری ۴۴ به ۳۸، در شکل ۱۱ مقدار اختلاف نقاط کلیدی در گوشه‌های الگو نشان داده شده است. در اندازه‌گذاری شلوار مقدار خطا زیاد است، زیرا گام تغییر دور ران ۱۰ mm و گام تغییر دمپای شلوار ۵ mm است. از آنجا که اندازه‌گذاری براساس گام تغییر دور ران صورت گرفته است، دو الگو در قسمت دمپا بر هم منطبق نشده‌اند. به‌منظور بیان نتایج، شش سطح برای میانگین خطای به‌دست‌آمده از اندازه‌گذاری درنظر گرفته شده است که به‌صورت سطح زیاد (خطای کمتر از ۰/۱ m)، نسبتاً زیاد (خطای بین ۰/۱ cm تا ۰/۴ cm)، متوسط (خطای بین ۰/۴ cm تا ۰/۶ cm)، نسبتاً متوسط (خطای بین ۰/۶ cm تا ۰/۸ cm)، نسبتاً کم (خطای بین ۰/۸ cm تا ۱ cm) و کم (خطای بیش از ۱ cm) تعریف می‌شود. مقدار میانگین خطای محاسبه‌شده در مجموع نقاط

جدول ۱- مقدار خطای به‌دست آمده در اندازه‌گذاری الگوهای مختلف.

الگو	تبدیل اندازه	مقدار خطا (cm)			الگو	تبدیل اندازه	مقدار خطا (cm)		
		میانگین	کمترین	بیشترین			میانگین	کمترین	بیشترین
	۳۶ به ۳۸	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>		۳۶ به ۳۸	۰/۲۷۶	۰/۱۷۴	۰/۵۲
	۳۸ به ۳۶	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>		۳۸ به ۳۶	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>
بالاتنه	۳۶ به ۴۰	۰/۱۸۱	۰/۲۲۹	۰/۴۴	بالاتنه	۳۶ به ۴۰	۰/۴۱۴	۰/۱۷۹	۱/۰۲
Bust 1	۴۰ به ۳۶	۰/۳۳۱	۰/۱۰۸	۰/۷۱۶	Bust 2	۴۰ به ۳۶	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>
	۳۸ به ۴۰	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>		۳۸ به ۴۰	۰/۲۵۲	۰/۲۳۴	۰/۲۴۷
	۴۰ به ۳۸	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>		۴۰ به ۳۸	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>
شلوار	۳۸ به ۴۴	۱/۲۶	۱/۲۶	۱/۲۶	آستین	۳۶ به ۴۰	۰/۷۲۷	۰/۲۶۱	۱/۲
	۴۴ به ۳۸	۱/۴۵	۱/۴۵	۱/۴۵		۴۰ به ۳۶	۰/۶۶۸	۰/۴۲	۱/۱۰۶
یقه	۳۶ به ۳۸	۰/۲۶۵	۰/۱۴۹	۰/۵۴	سجاف یقه	۳۶ به ۳۸	۰/۳۴۷	۰/۱۴۸	۰/۸۰۶
	۳۸ به ۳۶	۰/۱۷۸	۰/۱>	۰/۷۱۴		۳۸ به ۳۶	۰/۳۵۴	۰/۲۹۹	۰/۴
	۳۶ به ۴۰	۰/۳۳۴	۰/۱۵۸	۰/۵۳۸		۳۶ به ۴۰	۰/۲۱۲	۰/۱۷	۰/۲۳۳
	۴۰ به ۳۶	۰/۳۱۹	۰/۱>	۰/۷۱۴		۴۰ به ۳۶	۰/۲۲۶	۰/۱>	۰/۳۴
	۳۸ به ۴۰	۰/۱۸	۰/۱	۰/۲۸		۳۸ به ۴۰	۰/۱۷۲	۰/۱>	۰/۲۵۶
	۴۰ به ۳۸	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>		۴۰ به ۳۸	۰/۲۰۷	۰/۱>	۰/۶۱۸

کلیدی بیش از ۱ cm بوده، بنابراین اندازه‌گذاری در سطح کم انجام گرفته است.

همچنین مطابق شکل ۱۲، تبدیل اندازه بین ۳۶ به ۴۰ بالاتنه انجام شده است. در بعضی از نقاط، مانند گوشه گردن و قسمت منحنی برش عصایی دو الگو به‌طور کامل بر هم منطبق نشده‌اند. مقدار میانگین خطا برابر ۰/۱۸۱ cm است. بنابراین می‌توان گفت، اندازه‌گذاری در سطح نسبتاً زیاد انجام شده است. در این پژوهش، از الگوهای آماده و اندازه‌گذاری‌شده به‌عنوان مرجع استفاده شده است. با بررسی نظیر به نظیر الگوها در سه اندازه، تفاوت جزئی در قسمت‌های منحنی‌شکل الگو از جمله قوس گردن، حلقه آستین و برش عصایی مشاهده شد. اگرچه سعی شده است تا نسخه‌برداری و برش الگوها با دقت زیاد انجام شود، اما با این حال خطاهای جزئی در این فرایند اجتناب‌ناپذیر است. مقدار خطای اندازه‌گیری‌شده در اندازه‌گذاری الگوهای مختلف (شکل ۱) محاسبه و نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. مقدار میانگین خطای کل در افزایش و کاهش اندازه برای الگوی بالاتنه ۱ کمتر از ۰/۱ cm، الگوی بالاتنه ۲ به‌ترتیب ۰/۳۱۴ و کمتر از ۰/۱ cm، الگوی شلوار به‌ترتیب برابر ۱/۲۶ و ۱/۴۵ cm و الگوی آستین به‌ترتیب برابر ۰/۷۲۷ و ۰/۶۶۸ cm است. در اندازه‌گذاری آستین گام تغییر دور بازو ۵ mm و گام تغییر دور مچ ۱/۵ mm بوده و اندازه‌گذاری براساس گام تغییر دور بازو انجام شده است، درنتیجه دو الگو در قسمت مچ بر هم منطبق نشده‌اند. مقدار میانگین خطای کل در افزایش و کاهش اندازه برای الگوی یقه ۱ به‌ترتیب برابر ۰/۲۵۹ و ۰/۱۶۵ cm و



شکل ۱۳- تصاویر به‌دست‌آمده از نرم‌افزار جمینی برای تغییر اندازه.

الگوی سجاف یقه به‌ترتیب برابر ۰/۲۴۳ و ۰/۲۶۲ cm است.

با توجه به نتایج مشاهده می‌شود، بیشترین دقت اندازه‌گذاری با نرم‌افزار، مربوط به الگوی بالاتنه ۱ و کمترین دقت مربوط به الگوی شلوار و آستین است.

۳-۱ مقایسه نتایج اندازه‌گذاری نرم‌افزار تهیه‌شده با نرم‌افزار جمینی

برای ارزیابی عملکرد نرم‌افزار توسعه‌یافته، اندازه‌گذاری انواع الگوهای بالاتنه، یقه، سجاف یقه و آستین در دو اندازه ۳۶ و ۴۰، الگوی شلوار در دو اندازه ۳۸ و ۴۴ با نرم‌افزار جمینی نیز انجام شد (شکل ۱۳) و نتایج آن با اندازه‌گذاری با نرم‌افزار توسعه‌یافته مقایسه

جدول ۲- مقدار خطای به‌دست‌آمده در مقایسه نتایج اندازه‌گذاری انواع الگو با نرم‌افزار توسعه‌یافته و جمینی.

الگو	تبدیل اندازه	مقایسه تصویر الگوی واقعی با خروجی جمینی			مقایسه تصویر الگوی واقعی با خروجی نرم‌افزار توسعه‌یافته		
		میانگین	کمترین	بیشترین	میانگین	کمترین	بیشترین
بالاتنه۱	۳۶ به ۳۸	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>
	۳۸ به ۴۰	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>
یقه	۳۶ به ۳۸	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱۷۸	۰/۱>	۰/۷۱۴
	۳۸ به ۴۰	۰/۳۴۱	۰/۱۵۱	۰/۶۱۲	۰/۱۸	۰/۱	۰/۲۸
سجاف	۳۶ به ۳۸	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>	۰/۳۵۴	۰/۲۹۹	۰/۴
	۳۸ به ۴۰	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱>	۰/۱۷۲	۰/۱>	۰/۲۵۶
آستین	۳۶ به ۴۰	۱/۰۵۱	۰/۴۸۱	۱/۴۹۲	۰/۶۶۸	۰/۴۲	۱/۱۰۶
	۴۰ به ۳۶	۰/۶۵۸	۰/۱>	۰/۸۵۰	۰/۷۲۷	۰/۲۶۱	۱/۲
شلوار	۳۸ به ۴۴	۰/۸۳۴	۰/۱>	۱/۴۶	۱/۲۶	۱/۲۶	۱/۲۶
	۴۴ به ۳۸	۱/۱۶۸	۰/۹۱	۱/۷۸۳	۱/۴۵	۱/۴۵	۱/۴۵

شد. البته به‌منظور مقایسه تصویر نرم‌افزار جمینی با تصاویر نرم‌افزار تهیه‌شده لازم است، ابتدا مقایسه تصاویر با یکدیگر برابر شوند. تصویر الگوی تغییر اندازه‌یافته به‌دست‌آمده از نرم‌افزار جمینی و تصویر الگوی واقعی متناظر با نرم‌افزار فتوشاپ مانند موارد قبلی روی هم قرار داده شد. اختلاف به‌دست‌آمده در نقاط کلیدی در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

از این جدول نتیجه می‌شود، میانگین خطا با استفاده از نرم‌افزار جمینی در بیشتر موارد کمتر است. البته باید به محدودیت‌های این نرم‌افزار نیز توجه داشت که پیش‌تر به آن اشاره شد. همچنین، در نرم‌افزار توسعه‌یافته تنها امکان جابه‌جایی اضلاع در جهت‌های مختلف برای تغییر اندازه الگو درنظر گرفته شده است و امکان دوران اضلاع مدنظر وجود ندارد. امکان دوران می‌تواند به دقیق‌ترشدن تغییر اندازه کمک کند که در نسخه‌های بعدی نرم‌افزار امکان آن فراهم خواهد شد.

۴ نتیجه‌گیری

در حال حاضر، دستگاه فتودیجیتایزر جمینی که بخشی از نرم‌افزار جمینی است، به تبدیل تصویر الگوی کاغذی به شکل دیجیتال کمک می‌کند. البته باید توجه داشت، بدین منظور تهیه نرم‌افزار جمینی لازم بوده که کاری هزینه‌بر است و همچنین کاربر نیز باید مهارت فنی لازم برای کار با آن را داشته باشد. از این رو در پژوهش حاضر تلاش شد، روش سریع و دقیقی برای تبدیل الگوی کاغذی به دیجیتال ارائه شود که به‌راحتی قابل‌دسترس بوده و کار با آن به دانش خاصی نیاز نداشته باشد. با استفاده از این نرم‌افزار، طراحان لباس و الگو می‌توانند مطابق با متد دلخواه و با استفاده از جدول‌های استاندارد یا بهره‌گیری از جدول‌های مورد تأیید خود، الگو را اندازه‌گذاری کنند. مزایای نرم‌افزار تهیه‌شده عبارت از کاهش زمان اندازه‌گذاری، آرشیوسازی و طبقه‌بندی الگوها، کاهش ریسک طراحی و ایجاد الگوی جدید، افزایش قابلیت ایجاد اندازه در محدوده‌های دلخواه، امکان ارسال، انتقال و جابه‌جایی آسان الگوها از طریق اینترنت است. همچنین، موقعیت پنس داخلی الگو با این نرم‌افزار قابل‌تغییر است. اما خط راستا، محل چرت روی الگو و خطوط رسم شده داخل الگو قابل تشخیص نیست و برای اندازه‌گذاری الگوهای پیچیده‌تر، شلوار و آستین نیازمند اصلاحات است.

مراجع

[1] C. Callis, "Appearance programs with female chronic psychiatric hospital patients: a comparison of six-week and nine-week treatment interventions", *J. Rehabil.*, vol. 48, no. 4, pp. 34-39, 1982.

[2] F. Fasahat and P. Payvandi, "Application of image processing in the evaluation of textile materials and extraction of fabric parameters", *J. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 47-56, 2013.

[3] V. Aldrich, *Pattern and Cut in Metric Method (Women's Clothing) (Persian)*, 14th ed., Tehran: Nashr-e Qatreh, 2004.

[4] Gemini Photo Digitizer, 2010. Available: http://www.geminicad.com

[5] B.K. Behera and R. Mishra, "Objective measurement of fabric appearance using digital image processing", *J. Text. Inst.*, vol. 97, no. 2, pp. 147-153, 2006.

[6] G. Song, G. Huang, and X. Ding, "Study on automatic stitch length measuring system with digital image processing technique", *J. Text. Inst*., vol. 99, pp. 415-420, 2008.

[7] A.D. Roknabadi, M. Latifi, S. Saharkhiz, and H. Aboltakhty, "Human body measurement system in clothing using image processing", *World Appl. Sci. J.*, vol. 19, no. 1, pp. 112-119, 2012.

[8] H. Lim and C.L. Istook, "Automatic pattern generation process for made-to-measure", *J. Text. Appar., Technol. Manag.*, vol. 7, no. 4, pp. 1-11, 2012.

[9] E. Ko and S. kim, "Garment pattern nesting using image analysis and three-dimensional simulation", *Fibers Polym.*, vol. 14, no. 5, pp. 860-865, 2013.

[10] J. Lee and I. Sul, "Construction of garment pattern shape information system using image analysis and shape recognition techniques", *Int. J. Cloth. Sci. Technol.*, vol. 28, no. 4, pp. 543-555, 2016.

[11] N. Dehghan and P. Payvandi, "Using image processing to measure hand dimensions for handmade textiles", In *10th Iranian Textile Engineering Conference*, 2016.

[12] M. Senanayake, A. Raheja, and Y. Zhang, "Automated human body measurement extraction: single digital camera (webcam) method-phase 1", *Int. J. Cloth. Sci. Technol.*, vol. 30, no. 2, pp. 175-194, 2018.

[13] T. Naveed, Y. Zhong, A. Hussain, A.A. Babar, A. Naeem, A. Iqbal, and S. Saleemi, "Female body shape classifications and their significant impact on fabric

utilization", *Fibers Polym.*, vol. 19, no. 12, pp. 2642-2656, 2018.

[14] K. Balasubramaniam and J. Ramprabu, "Automatic measurement of garment using image processing", *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 8, no. 6S3, pp. 1562-1565, 2019.

[15] Y. Shen, J. Liang, and M.C. Lin, "GAN-based garment generation using sewing pattern images", In *Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV)*, vol. 1, no. 2, pp. 3-26, 2020.

[16] A. Marandi, *Feasibility Study of Mechanized Size Control System in Clothing System*, Amirkabir University of Technology, 2013.