

## کمینه‌سازی ضایعات در مرحله الگوکشی لباس بر پایه خلاقیت طراح الگو

سیده کبری حسینی، علیرضا حسین‌پور کاسگری\*، عبدالرسول مقسم

گروه-مهندسی نساجی، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران، صندوق پستی ۱۶۳

\* a\_hoseinpour51@yahoo.com

### چکیده

الگوریتم‌های ریاضی، آماری، ابتکاری با هدف کاهش ضایعات در صنعت پوشاک پیشنهاد شده است. از سوی دیگر ایده ضایعات صفر بر پایه خلاقیت طراح الگو از قدیم پیگیری شده است. ایده بر جلوگیری از تولید ضایعات به هنگام رسم الگو و نه حذف آن در مارک‌سازی و بر اساس خلاقیت فرد آشنا با ساختار لباس، رسم الگو و چیدن قطعات تمرکز می‌یابند. لذا تحقیق حاضر تلاش می‌کند امکان حذف ضایعات بر پایه این تفکر را در تولید چند مدل دامن ارزیابی و تحلیل نماید. با مطالعه شیوه‌های مرسوم الگوکشی مولر، گرلاوین و متریک، متغیرهای ایجاد کننده ضایعات در مرحله الگوکشی و برش دامن مشخص شد. سپس مناسب‌ترین روش ترسیم الگو که تضمین کننده چیدمان بهینه قطعات در کنار یکدیگر است انتخاب شد. با حذف متغیر ایجاد کننده ضایعات یا تغییر در نحوه بکارگیری آن، ضایعات در مرحله رسم الگو کاملاً حذف یا کمینه مقدار شد. این قابلیت در تولید هشت نمونه دامن به اثبات شد. نتایج نشان داد که با کمک خلاقیت طراح الگو می‌توان ضمن حفظ ساختار کلی لباس، استفاده از شیوه استاندارد الگوکشی و گاهی ارائه سبک خلاقانه‌ای از دامن، ضایعات را به طور کاملاً حذف یا بسیار تقلیل داد.

**کلیدواژه‌ها:** اقتصاد صنعت پوشاک، طراحی مارکر، روشهای رسم الگو، ضایعات صفر، خلاقیت طراح الگو

## Minimizing Fabric Waste in the Pattern Drawing Stage based on the Creativity of the Pattern Maker

Seyed Kobra Hoseini, A.R. Hoseinpour Kasgary\*, A. R. Moghassem

Department of Textile Engineering, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

\* a\_hoseinpour51@yahoo.com

### Abstract:

Mathematical, statistical, heuristic algorithms have been proposed to reduce fabric waste in the pattern drawing stage of the clothing industry. The idea of minimizing fabric waste by an expert pattern designer has been pursued for a long time. An expert pattern designer who is familiar with the structure of the garment, the pattern, and the location of parts, can minimize the fabrics waste during the drawing rather than the marker planning phase. In this study, we evaluate and analyze the possibility of eliminating fabric waste based on this approach in the production of several models of skirts. Variables that cause waste production in the pattern drawing and cutting stage of these skirts were identified by studying conventional methods of pattern drawing namely Müller, GERLAVIN, and Metric. Then, the most appropriate method of pattern drawing which ensures the optimal arrangement of the pieces was selected. The fabric waste was minimized at the pattern drawing stage by removing the waste-generating variable and optimizing them. This approach was validated in the production of eight skirts with different designs. The present study showed the success of this approach in minimizing the fabric waste while maintaining the overall structure of the dress, using standard patterning methods, and presenting a creative style of skirt.

**Keywords:** Economic of Garment Industry, Marker planning, Pattern Drawing Methods, Zero Waste, Pattern Designer Creativity

## ۱- مقدمه

لباس نمادی عینی از فرهنگ جامعه است و مد با تکیه بر ذوق زیبا شناختی و تمایل بشر به تنوع، چرخه تولید آن را پویا نگاه می‌دارد [۱]. طراحی الگو، مرحله ابتدایی در تولید لباس است. الگوسازی هنر شکل‌دهی پارچه مسطح به منظور مطابقت با بخش‌های غیر مسطح بدن می‌باشد. در حقیقت الگوسازی، رابط میان طرح لباس و تولید آن است. با رشد جمعیت و گسترش صنعت، مسائل زیست محیطی مانند دفع ضایعات، آلودگی هوا، منابع آب و مدیریت آن مورد توجه قرار گرفت [۲]. صنعت نساجی و پوشاک نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. صنعت پوشاک مسئول ۷٪ از انتشار گاز کربن در جو است. میانگین تولید ضایعات پارچه در مرحله برش الگو نیز ۱۵٪ محاسبه شده است [۳].

چیدمان قطعه‌های الگو یا ساخت مارکر از مهم‌ترین مسائل مطرح در حوزه تحقیق در عملیات است. روش‌های حل این نوع مسائل در صنایع فلزی، چوب، شیشه، چرم، کاغذ، کشتی‌سازی، فضایی و پوشاک مورد توجه قرار گرفته است. به دلیل شکل نامنظم قطعه‌های الگو، مناطقی غیر قابل استفاده در مارکر تحت عنوان دور ریز پدید می‌آید. به دلیل ارزش اقتصادی مواد اولیه، تلاش می‌شود تا با روش‌های مختلف، مناسب‌ترین شکل از چیدمان قطعات به بخش برش ارائه شود. هدف اصلی این مرحله استفاده بیشینه از مواد و کمینه کردن دور ریز است.

در چیدمان مارکر، روش‌های قطعی، روش‌های دقیق و تضمین‌کننده یافتن بهترین جواب می‌باشند که در سال ۱۹۵۰ پایه‌گذاری شده است. برنامه ریزی خطی، جستجوی درختی، برنامه ریزی پویا<sup>۲</sup> و شیوه شاخه و حد<sup>۳</sup> از آن مجموعه است. به دلیل افزایش درجه پیچیدگی محاسبات با افزایش اندازه مساله، یافتن پاسخ بهینه برای این مسائل و در زمان معقول امکان پذیر نیست.

برای مدت‌ها دو روش ابتکاری و تقریب بر پایه برنامه ریزی خطی در چیدمان مارکر بکار گرفته می‌شد. این دو روش با مشکلاتی روبه‌رو بوده‌اند. از این رو بحث روش‌های فرا ابتکاری مانند الگوریتم ژنتیک که در آن مکان یابی به شکل هوشمند انجام می‌شود مطرح گردید [۴].

الگوریتم‌های جاگذاری پایین-چپ<sup>۴</sup>، جاگذاری پایین-چپ-جاذبه‌دار<sup>۵</sup>، جاگذاری پایین-چپ-جهشی<sup>۶</sup>، جاگذاری انتخاب بهترین قطعه<sup>۷</sup> و جاگذاری بهترین برزش<sup>۸</sup> از نمونه‌های روش ابتکاری است. در روش فرا ابتکاری، از الگوریتم ژنتیک، انجماد تدریجی و جستجو ممنوع استفاده می‌شود. پیچیدگی مساله چیدمان، ارتباط بسیار با شکل هندسی قطعات دارد.

صنعت پوشاک در عملیات طراحی مارکر، با مساله چیدمان از نوع چیدمان دو بعدی نواری قطعات به شکل نامنظم رو به رو است. تمام موارد و الگوریتم‌های فوق با هدف کاربرد در صنعت پوشاک و تولید لباس در حجم بالا ارائه و طرح ریزی شده‌اند. با این حال، مسائل چیدمان از جمله مواردی است که حل دقیق آن دشوار و گاهی ناممکن است. با وجود تمام روش‌های پیشنهاد شده، تلاش برای معرفی شیوه‌های مناسب‌تر ادامه دارد [۵].

طراحان و تولیدکنندگان، روش‌های طراحی و برش خاصی از الگو را مطالعه نموده‌اند که در آن ضایعات پارچه قبل از مرحله برش حذف می‌شود. در طراحی لباس بدون تولید ضایعات<sup>۹</sup> این تفکر وجود دارد که جلوگیری از تولید ضایعات از فرایند نابودسازی آن پس از تولید بهتر است.

خلق تناسب که می‌تواند هدف طراحی مد باشد ایده اولیه در الگوسازی خلاقانه برای حذف ضایعات است. این تنها ابزاری نیست که طراح آن را به صورت خلاقانه در الگوسازی لباس بکار می‌گیرد، بلکه ابتکار در دوخت و بستن درزهای لباس نیز گاهی ضروری خواهد بود [۳].

ایده ضایعات صفر در حقیقت بر استفاده کامل از تمام پارچه در یک لباس یا مجموعه لباس با سایز مشخص تاکید می‌نماید. در این بین روش، برش خلاقانه در هنگام تولید لباس از ایجاد متوالی ضایعات ممانعت کرده و در شکل دهی مد پایدار مشارکت می‌کند. روش برش خلاقانه، طراحی و روش تولید سنتی را تغییر می‌دهد. به علاوه مشارکت میان طراح لباس و برش کار الگو را بیشتر می‌کند [۶].

پیشرفت در مواد، فن‌آوری و ارتباطات باعث شده است که بی‌نهایت رویکرد طراحی برای گروه وسیع‌تری از کاربران در

4 Bitom left- algorithm

5 Bit algorithm

6 Bitom- left-fill- algorithm

7 TOPOS

8 Best fit

9 zero-waste fashion design

1 Tree-search algorithm

2 Dynamic programming

3 Branch-and-bound algorithm

دوخته یا متصل می‌شوند. در این روش، از پارچه‌های تاری پودی، کشباف و بی بافت می‌توان استفاده نمود. این روش معروف ترین روشی است که در تولید لباس استفاده می‌شود و صنایع مد با آن آشنا هستند.

ادامه تحقیقات در زمینه شیوه های تولید لباس بدون ضایعات و بر اساس سبک برش و دوخت منجر به معرفی چهار شیوه توسط هولی مک کوئیلان<sup>۵</sup> شد. وی طراحی لباس بدون تولید ضایعات با نام روش شطرنجی<sup>۶</sup>، پیچیده<sup>۷</sup>، پیچیده نهفته<sup>۸</sup> و روش چند تایی<sup>۹</sup> را ارائه کرد. پنجمین روش طراحی، روشی با نام کمترین برش<sup>۱۰</sup> است که از سوی تولیدکنندگان پیشنهاد شده است.

الگوی شطرنجی شامل شکلی است که دقیقاً بدون فاصله در کنار هم تکرار می‌شود. در ساده‌ترین شکل، کف اتاق موزاییک شده الگوی شطرنجی را نمایش می‌دهد.

فرایند طراحی در هر دو حالت پیچیده و پیچیده نهفته به طور مشابه اجرا می‌شود. با این وجود، روش پیچیده نهفته، هنگام تولید چندین لباس، با هدف افزایش راندمان و کارایی، روش های جدیدی را ارائه می‌کند.

در تضاد با روش شطرنجی، هر دو روش فوق الذکر به طراح اجازه استفاده از اشکال متنوعی از الگو را خواهد داد. به منظور از بین بردن ضایعات، شکل های الگوی موجود در پازل چیدمان قطعات به گونه ای دستکاری می‌شود که به یکدیگر کاملاً متصل گردد.

فرایند طراحی الگو به روش پیچیده، ابزاری برای طراحان الگوی لباس فصلی بوجود می‌آورد زیرا به طراح اجازه می‌دهد که تقریباً یک مجموعه از اشکال را خلق کند. این روش تمام دانش طراحان را تحریک می‌نماید. در این حالت طراح باید نسبت به طراحی الگو، آویزش پارچه، ساختار لباس، طراحی لباس و ارتباط این موارد آگاهی داشته باشد. روش لباس چند تایی که توسط مک کوئیلان توضیح داده شد به عنوان روشی برای طراحی همزمان چیدمان دو یا چند الگو لباس در یک پارچه می‌باشد.

حداقل برش، روشی است که در آن لباس از طریق آویزش پارچه با تعداد معدودی برش که رو یا درون پارچه بوجود می‌

دسترس باشد و تسلط بر همه آنها برای افراد غیرممکن است. برش الگوی خلاقانه نیز از این قاعده مستثنی نیست، جایی که تکنیک‌ها با هم ادغام می‌شوند و پارچه‌های امروزی روش‌های برش را تسهیل و متنوع می‌کنند. طراح و برش کار الگوی خلاق، متخصصی با دانش و تجربه گسترده است که با دید وسیع خود توانایی تغییر پارچه و شکل الگو را مطابق با طرح داراست به گونه ای به ویژگی ها و محدودیت های پارچه توجه دارد [۷].

طراحی مد بدون ضایعات در دهه اول قرن ۲۱ میلادی مطرح شد. واژه عدم تولید ضایعات در صنعت لباس، بعد از سال ۲۰۰۸ در تحقیق تیمو ریسانن<sup>۱</sup> نمایان شد. علی رغم جدید به نظر رسیدن این واژه، ممانعت از تولید ضایعات در تهیه لباس به اندازه تاریخ آن قدمت دارد. با در نظر گرفتن ضایعات پارچه به عنوان شاخص کارایی روش، سه شیوه تولید مد لباس بدون دور ریز توسط تیمو ریسانن معرفی شد. این سه شیوه عبارت از روش کاملاً بر پایه مد، برش و دوخت و شیوه یک تکه از پارچه بود. روش اول معمولاً برای تولید لباس از پارچه کشباف استفاده می‌شود. تکه‌های لباس جداگانه بافته و سپس به یکدیگر دوخته یا متصل می‌شوند. در ایده آل‌ترین، شکل هیچ برشی در لباس وجود ندارد لذا ضایعات نخ یا پارچه نیز صفر خواهد بود. بافتن با دست نمونه آشنایی از آن است.

بافت بدون درز روشی است که در آن ماشین بافندگی لباس نهایی را به شکل سه بعدی بافته و برش و دوخت در فرایند تولید لباس حذف می‌شود. جوراب و دستکش بافتنی نمونه‌هایی از بافت بدون درز هستند. منسوجات بی بافت را می‌توان بر اساس روش نخست ولیکن با شیوه صنعتی به لباس تبدیل کرد. شرکت فبریکان<sup>۲</sup> پارچه‌ای را تولید می‌کند که مستقیماً روی بدن فرد برای تشکیل لباس اسپری می‌شود.

در اواخر سال ۱۹۹۰، ایزی میاکی<sup>۳</sup> طراح ژاپنی و همکارش دای فوجیوارا<sup>۴</sup> روشی را معرفی کردند که در آن مشتری قواره ای از پارچه را خریداری کرده و با تعقیب خطوط اتصال تکه ها، لباس نهایی را برش می‌زند. در روش برش و دوخت، تکه‌های لباس از پارچه بریده شده و برای تولید کالا به هم

5 Holly McQuillan

6 Tessellation

7 Jigsaw

8 Embedded jigsaw

9 Multiple cloth approach

10 Minimal cut 0

1 Rissanen Timo

2 Fabrican

3 Issey Miyake

4 Dai Fujiwara

نمی‌شود که برای طراحان الگو و لباس نا آشنا باشد بلکه تمام تمرکز بر ترسیم الگو، تغییر اندک آن و حذف پارامترهای ایجادکننده ضایعات است که تمام طراحان کاملاً بر آن اشراف دارند و امکان خلق ایده‌های نو در آن وجود دارد.

## ۲- روش تحقیق

در تحقیق حاضر، به عنوان نمونه از جامعه البسه قابل طراحی، سه طرح دامن با نام راسته<sup>۱</sup>، خمیره ای<sup>۲</sup> و کلوش<sup>۳</sup> مد نظر قرار گرفت. شیوه اجرای کار یا اعمال خلاقیت طراح الگو جهت حذف ضایعات بدین گونه طرح ریزی شد که ابتدا از میان سه روش رسم الگوی متریک، مولر و گرلاوین، مناسب‌ترین شیوه برای طراحی الگوی دامن خاص بر پایه دانش فنی طراح الگو که تضمین‌کننده حداقل ضایعات در آینده باشد انتخاب شد. در طراحی دامن، ساسون و عرض کادر دامن در جلو و پشت اهمیت بسیار دارد. طراحان الگو ادعان می‌کنند که شیوه گرلاوین در ترسیم دامن راسته فاقد ضایعات، مناسب‌تر از دو روش دیگر است. برای طراحی دو دامن دیگر براساس دانش طراح الگو از شیوه الگوکشی مولر و گرلاوین به صورت مجزا و یا ترکیبی استفاده شد.

نخست، الگوی اساس دامن با بهترین شیوه انتخاب شده توسط طراح الگو ترسیم و سپس میزان دور ریز کاغذ کادر رسم الگو بعد از برش و استخراج قطعات دامن وزن گردید. مرحله بعد، تغییر در چیدمان تکه‌های دامن در کادر یا جابجایی خطوط داخلی دامن که توسط طراح به عنوان متغیر ایجادکننده ضایعات تشخیص داده شده است می‌باشد. طراحی الگوی دامن بدون دور ریز یا با حداقل ضایعات در مرحله برش انجام شد. به منظور اعمال تغییر در الگوی قطعات دامن از قواعد حاکم بر بهترین روش انتخاب شده رسم الگو و یا روش مناسب جایگزین دیگر استفاده شد.

رسم ابتدایی الگوی قطعات دامن و موقعیت آن در کاغذ کادر الگو بر اساس شیوه متداول میان الگوکشان و دوزندگان بازار انجام شد. سپس با هدف کاهش ضایعات این ترسیم و استقرار بر پایه خلاقیت طراح بازبینی و اصلاح شد. به دلیل تمرکز بر یک لباس و یک سایز مشخص از آن در تحقیق حاضر موضوع چیدمان ماکر با استفاده از نرم افزار مطرح

آید تولید خواهد شد. روش حداقل برش می‌تواند جهت معرفی طراحی الگوی بدون ضایعات به مبتدیان در نظر گرفته شود. به منظور عملیاتی شدن روش مد بدون ضایعات در تولید انبوه لباس، باید بر برخی از مشکلات غلبه نمود. در نتایج تحقیقات درباره این شیوه از الگوکشی، به سبزیبندی و تولید اندازه‌های متفاوت از لباس اشاره نشده است. به علاوه به هنگام حذف ضایعات، بخشی دیگری از پارچه بی‌مصرف خواهد ماند. مباحث مالی و محیط زیستی تنها منافع طراحی لباس بدون ضایعات نیست. مزیت این خلاقیت در آن است که طراحان، سبک‌های جدیدی از پوشاک را معرفی خواهند نمود. این سبک‌ها روند معمول را رعایت نمی‌کند. احتمال آن وجود دارد که طرح ارائه شده نامناسب بوده و نمونه‌های جدیدی از لباس را به کمدها وارد کند. در حقیقت این تفکر با عرف موجود لباس در چالش می‌باشد [۳،۸].

با توجه به توضیحات فوق در ارتباط با تفکر ضایعات صفر، تحقیق حاضر تلاش کرده قابلیت و قدرت طراح الگو در کمینه یا حذف کردن ضایعات پارچه قبل از مرحله برش، یعنی در مرحله طراحی را ارزیابی و نمایش دهد. این تحقیق بر امکان بکارگیری شیوه در صنعت پوشاک تمرکز ننموده است بلکه بر اعمال خلاقیت در فرم خاصی از لباس و درسایز مشخص تاکید می‌نماید. با این وجود تحقیقات در میان طراحان مطرح مد جهت صنعتی سازی آن ادامه دارد. هر لباس و الگوی آن منحصر به فرد بوده لذا خلاقیت در چیدمان قطعات آن در کاغذ کادر الگو و تغییر دادن شکل قطعات با هدف استقرار دقیق‌تر کنار یکدیگر در کاغذ کارد و همزمان حفظ ساختار کلی لباس متناسب با همان لباس بروز خواهد نمود و امکان ارائه روش یا الگوریتم واحد برای تمامی البسه بوجود نیامده است. مزیت روش ارائه شده آن است که اجازه خلق ضایعات در مرحله رسم الگو داده نمی‌شود که در بخش چیدمان مارکر با روش‌های پیچیده به دنبال حفظ آن باشیم لیکن صنعتی و عمومی شدن آن نیازمند تحقیقات بیشتر در مقیاس جهانی و توسط طراحان برجسته است. همچنین در ارتباط با پارچه طرحدار به دلیل مجوز صادر شده برای طراح الگو در رستای اعمال تغییرات اندک در شکل قطعات همزمان با ساختار کلی لباس مشکلات کمتر بوده و حتی می‌توان از تکه‌های ضایعاتی پارچه به عنوان طرحی ملحق شده به لباس و خلق فرم جدیدی از آن لباس استفاده نمود که نمونه آن در دامن کلوش نمایش داده شده است. به علاوه در این شیوه از علوم و نرم افزارهایی استفاده

1 Straight  
2 Regged  
3 Hared

دامن که قسمت پایین اندام را می پوشاند بر حسب شکل و اندازه، انواع مختلفی دارد. چگونگی طراحی خط کمر، خط پهلو و لبه پایین دامن در شکل گیری آن نقش موثر دارد. به طور کلی، دامن از نظر شکل به سه دسته راسته، خمیره‌ای (میخی) و کلوش تقسیم می شود. بقیه‌ی انواع از این سه دامن مشتق می شوند [۹].

### ۳-۱- دامن راسته

دامن راسته یکی از مهم‌ترین انواع دامن است. شکل اولیه آن مانند استوانه و خطوط پهلو موازی با خط پهلو بدن است. در نهایت با بستن پنس‌ها، گشادی دامن در ناحیه کمر تنظیم می شود. اصول ترسیم الگوی دامن راسته در روش متریک، گرلاوین و مولر تقریباً یکسان است. تنها تفاوت، اختلاف میان عرض کادر جلو و پشت دامن و نحوه قرارگیری پنس‌ها در خط کمر می باشد.

طراحی دامن راسته با هر سه روش ممکن است لیکن جهت به حداقل رساندن ضایعات و حصول ساده‌ترین چیدمان، الگوی اولیه دامن راسته بر اساس روش گرلاوین ترسیم شد. به نظر محقق، تناسبات در الگو که به عنوان اصل مهم در رسیدن به کمترین ضایعات بیان شده است در این روش الگوسازی بهتر رعایت شده است.

الگوی کامل دامن بر کاغذ الگو طراحی شد. قد مستطیل کادر رسم این الگوها بر پایه قد دامن کوتاه برای فردی با سایز ۳۸ و عرض آن بر پایه محاسبات عرض الگو متناسب با دور کمر ۶۸ و دور باسن ۹۴ و بر اساس روش اتخاذ شده در ترسیم اساس الگوی دامن یعنی گرلاوین، متریک و مولر در نظر گرفته شد. تصویر این الگو در شکل ۱ مشاهده می شود. پس از برش قطعات الگو از کاغذ، مقدار ضایعات کاغذ باقی مانده جمع آوری و وزن شد.

به منظور ایجاد امکان مقایسه در میزان ضایعات باقی مانده، عدد حاصل از توزین به وزن کل کادر الگو تقسیم و به شکل درصد بیان گردید.

در طراحی الگوی دامن راسته به روش مرسوم ۱۵٪ از وزن کل کادر الگو (مارکر) به صورت ضایعات هدر رفت. قسمت

نمی باشد بلکه طراح الگو خود شکل و مکان قطعه دامن را در کاغذ کادر الگو ترسیم و تعیین می کند. دوزندگان غیرصنعتی و بازاری به دلیل تک دوزی چندان به موضوع کاهش ضایعات و مصرف کمتر پارچه توجه نمی کنند.

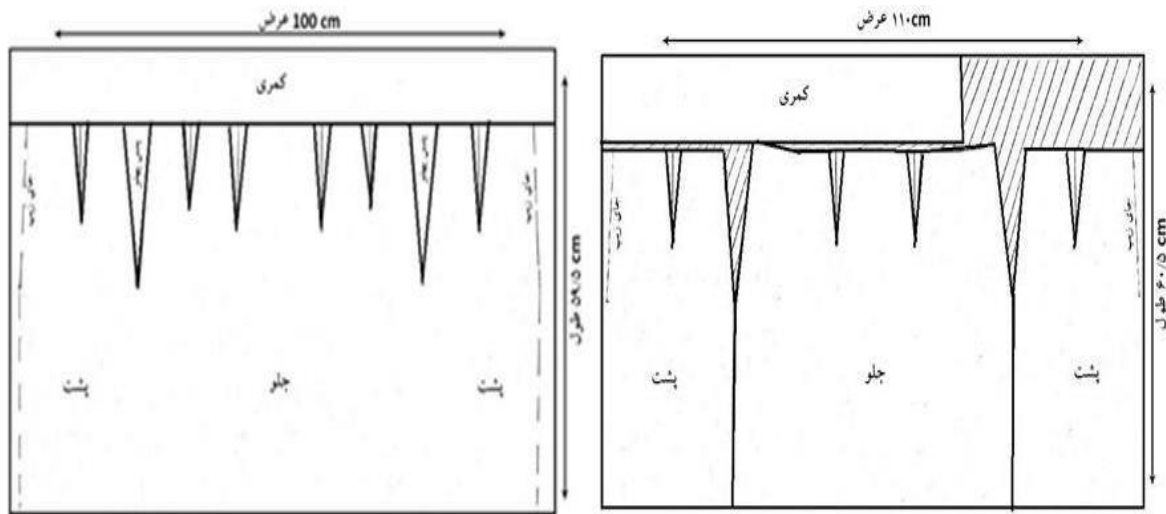
بنابراین در هر دوخت ممکن است مقدار زیادی از پارچه هدر رود. آنچه در اشکال ذیل دیده می شود چیدمان قطعات یک دامن با سایز مشخص است که تلاش شده تا با جایگذاری خلاقانه و آگاهانه، تغییر شکل اندک در الگوی قطعات و همزمان حفظ ساختار و فرم اصلی لباس، ضایعات به حداقل یا صفر برسد.

جهت تعیین و مقایسه میزان تاثیر اعمال خلاقیت، نسبت وزن کاغذ دورریز شده از کادر اصلی رسم الگو یعنی بخش های هاشورزده شده در شکل های ذیل پس از استخراج قطعات از کادر به وزن کامل کاغذ کادر الگو محاسبه و به صورت درصد بیان شد. در الگوی دامن راسته با اعمال یک مرحله خلاقیت توسط طراح الگو، حذف دورریز کاغذ که معرف ضایعات پارچه در مرحله برش می باشد به طور کامل رخ می دهد و لیکن در دامن با الگوی پیچیده تر این عمل در چند مرحله اتفاق می افتد. لذا هر الگو فقط با خودش مقایسه خواهد شد و مقایسه فرم های مختلف دامن با یکدیگر معنایی ندارد.

همچنین به دلیل تعداد اندک مراحل طی شده جهت حذف ضایعات، نمایش تغییرات در قالب جدول مثلاً مشتمل بر دو عدد نامناسب و اشغال کننده فضا خواهد بود. تعیین میزان سطح کاغذ یا پارچه هدر رفته در مرحله برش مطابق با آنچه در صنعت و به هنگام چیدن کامپیوتری ماکر رخ می دهد در این روش غیر ممکن است. زیرا بخش دورریز شده از کاغذ کادر الگو شکل هندسی مشخص ندارد. در این پژوهش، لباس برای فردی با سایز ۳۸، دورباسن ۹۴ سانتی متر، دور کمر ۶۸ سانتی متر و قد دامن دلخواه آماده شد. در تولید نمونه آزمایشی دامن، جهت کاهش هزینه از پارچه متقال استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

های هاشورزده در کادر الگو شکل ۱ ضایعات کاغذ را نشان می‌دهد.



شکل ۱- الگوی دامن راسته بر اساس روش گرلاوین (متداول) شکل ۲- دامن راسته بدون درز پهلو به روش بدون ضایعات



شکل ۳- دامن راسته بدون درز پهلو دوخته شده به روش بدون ضایعات

بخش کمری تمام دامن‌ها استفاده و حذف نمود. این نوع چیدمان حالت کلاسیک را حفظ کرده و جهت تولید انبوه لباس و مدهای سریع مناسب می‌باشد. قد دامن، سایز مصرف‌کننده، مدل دامن، جنس و عرض پارچه فاکتورهایی است که بر تولید ضایعات موثر بوده و بر اساس آن طراح الگو نسبت به حذف ضایعات اقدام می‌نماید.

### ۳-۲- دامن خمره‌ای یا میخی

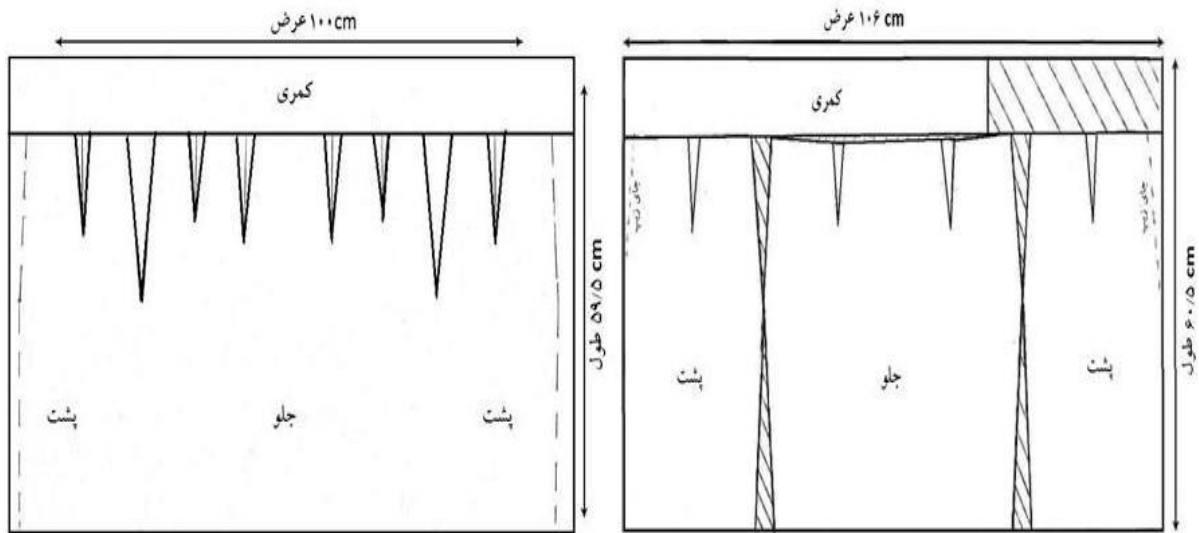
شکل اولیه دامن دوزنقه می‌باشد. قاعده‌ی بزرگ آن در ناحیه کمر قرار دارد. کمر دامن به وسیله‌ی پیلی یا چین، هم‌اندازه کمر فرد می‌شود. لبه دامن در بخش پایین تنگ است. دامن خمره‌ای به روش گرلاوین و مولر طراحی و الگوسازی می‌شود. تنها تفاوت بین این دو روش، طریقه بدست آوردن تنگی پایین دامن می‌باشد. دامن خمره‌ای در روش گرلاوین از اساس الگوی دامن راسته بدست می‌آید. پهلوئی دامن در لبه پایین تنگ می‌شود. در روش مولر این دامن به دو شکل

در شکل ۱ پنس کوچک روی الگو با ایجاد انحنا در خط کمر، در کنار اضافات کمری، باعث تولید ضایعات می‌شود. با توجه به آنکه عرض پارچه معمولاً از عرض کادر الگو که بر اساس دور باسن محاسبه می‌شود بیشتر است در شرایط خاص امکان استفاده از عرض پارچه جهت استخراج بخش کمری دامن وجود دارد. این خلاقیت به کاهش یا حذف ضایعات می‌انجامد. از آنجا که الگوی اولیه دامن بر اساس شیوه استاندارد طراحی می‌شود امکان سایز بندی و تولید انبوه نیز وجود دارد.

در شکل ۲ یک نمونه از متغیرهای ایجادکننده ضایعات بررسی شده است. جهت حذف ضایعات، برش پهلو از دامن حذف، اضافات پهلو در خط کمر به صورت پنس و اضافات کمری لباس به شکل پیلی دوخت شد. در صورت تولید انبوه دامن بر اساس شیوه پیچیده نهفته می‌توان چند الگو دامن را همزمان در یک مارکر استقرار داد و اضافات پارچه را در

می‌توان از هر دو روش الگوکشی استفاده کرد. لیکن در این تحقیق از روش گرلاوین استفاده شد. در این حالت ۱۰٪ از وزن کل کادر الگو به صورت ضایعات هدر رفت. قسمت‌های هاشورزده در کادر الگو شکل ۴ ضایعات کاغذ را نشان می‌دهد.

ترسیم می‌شود. در حالت نخست، الگوی دامن خمره ای از روی الگوی دامن راسته طراحی می‌شود و کمر دامن با پیلی جمع می‌شود. در حالت دوم، مانند روش گرلاوین، لبه دامن در پهلوها کمی تنگ شده و مدل‌های مختلف روی آن اجرا می‌شود. برای طراحی دامن خمره ای به روش بدون ضایعات



شکل ۴- دامن خمره ای طراحی شده به روش گرلاوین (معمول) شکل ۵- حالت اول- دامن خمره ای طراحی بر پایه خلاقیت



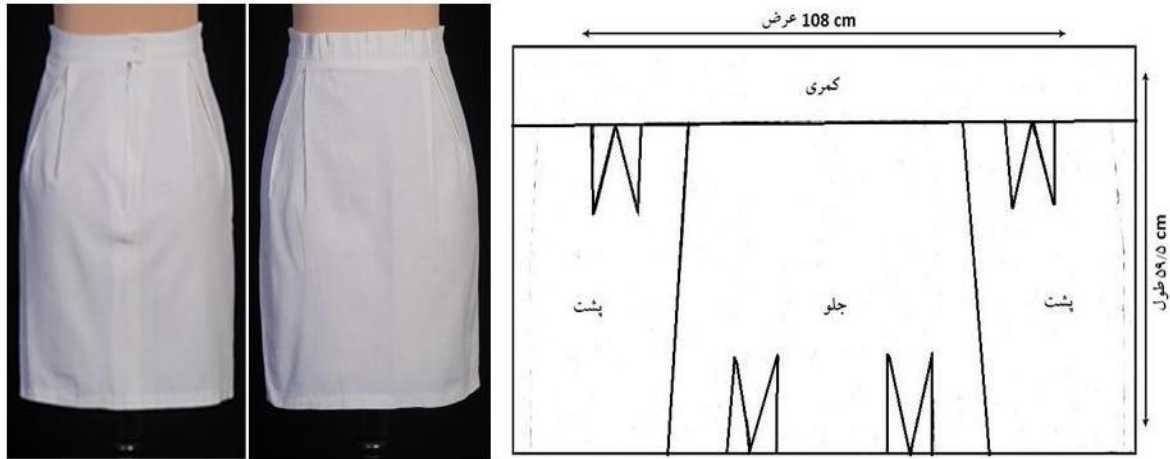
شکل ۶- دامن خمره ای دوخته شده به روش بدون ضایعات

دوم: در روش الگوسازی مولر امکان تولید دامن خمره ای از طریق اساس دامن راسته و با کمک ایجاد پیلی در بخش کمر دامن و تنگ نمودن پای آن وجود دارد. اساس الگو دامن راسته بر پایه روش گرلاوین طراحی شد. از آنجا که هدف خمره ای کردن دامن از طریق ایجاد پیلی در کمر به استناد روش مولر می‌باشد الگوی اساس ترسیم شده نامناسب خواهد بود زیرا، مقدار پهنای ساسون‌ها متغیر و عرض کادر جلو و پشت نابرابر است. بنابراین به شیوه متداول روش مولر،

در شرایط عادی به علت تنگ شدن خط پهلو، در پای دامن و اضافات کمری، مقداری ضایعات تولید می‌شود. طراحی مجدد دامن خمره ای با هدف از بین بردن ضایعات به دو صورت انجام شد. در حالت اول در شکل ۴ برش‌های پهلو حذف، سه تکه دامن به صورت پیوسته لحاظ و شکل خمره ای دامن از طریق دوخت پنس روی کار حاصل شد. پنس کوچک به پنس بزرگ در جلو انتقال داده شده و اضافات کمری نیز به صورت پیلی از روی لباس دوخته شد. حالت

به علاوه پیلی های موجود در بخش جلو و پشت دامن یک اندازه ترسیم گردید. اضافات بخش کمری به شکل پیلی و در ناحیه جلو دوخت شد.

کادر الگو به دو قسمت مساوی تقسیم شد. جهت حذف ضایعات خطوط پهلو ی دامن مطابق شکل ۷ به گونه ای باز تعریف شد که خط کمر و پای دامن در یک راستا واقع گردد.



شکل ۷- الگوی دامن خمیره ای کمر پیلی دار به روش بدون ضایعات شکل ۸- دامن خمیره کمر پیلی دوخت به روش بدون ضایعات

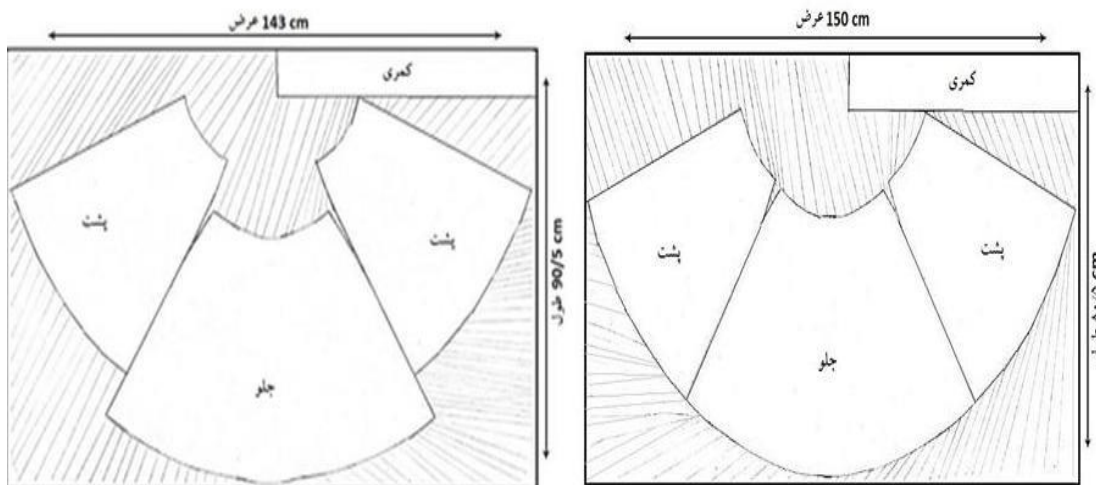
دامن یک کلوش به دو شکل طراحی شد. زیرا سایز شخص، قد دامن و عرض پارچه محدودیت در چیدمان الگو در یک راستا را بوجود می آورد (عرض پارچه مصرفی در تحقیق ۱۵۰ سانتی متر بود). ابتدا چیدمان الگو به شکل مرسوم انجام شد. از آنجا که قطعات الگو در یک راستا و کنار هم مستقر شده است عرض الگو بیش از عرض پارچه خواهد بود. حل مشکل با کاهش قد دامن به ۴۹ سانتی متر و برای سایز ۳۸ مقدور است. در این چیدمان ۴۰٪ از وزن کل کادر الگو به صورت ضایعات هدر رفت. قسمت های هاشورزده در کادر الگو شکل ۹ مناطق ضایعات را نشان می دهد.

### ۳-۳- دامن کلوش

فرم اولیه دامن کلوش دوزنقه ای می باشد که قاعده ی بزرگ آن در ناحیه ی پایین دامن قرار دارد. کمر این دامن چسبان است و گشادی دامن در پایین سبب ایجاد چین می شود. بر این اساس، دامن کلوش به سه دسته تقسیم می شود.

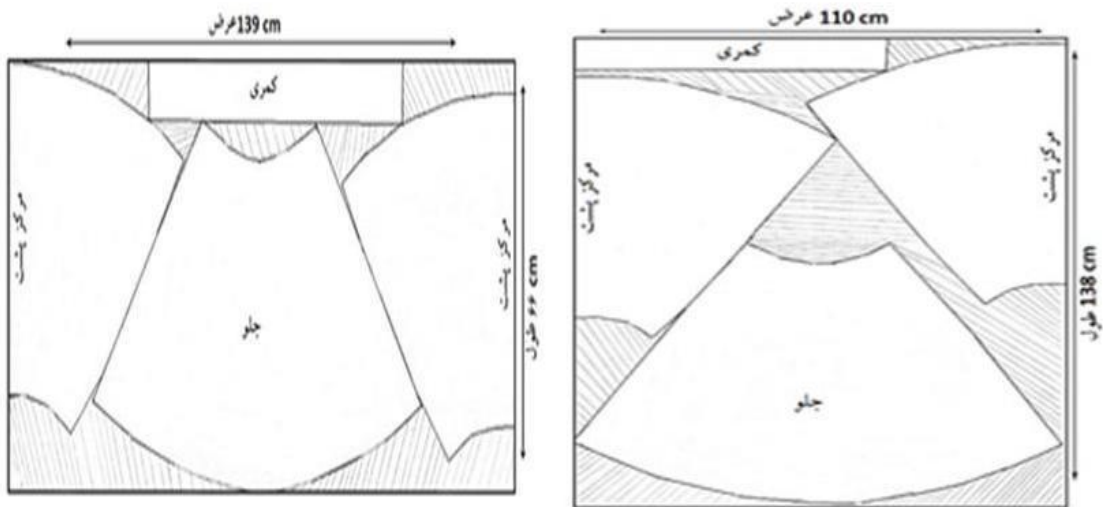
### ۳-۴- دامن یک کلوش

این دامن یک درز در پشت دارد. در ناحیه کمر و باسن چسبان و در قسمت پایین از زیر باسن گشاد می شود. بر پایه روش مولر، دامن یک کلوش در قسمت پهلو دارای یک پنس و درز می باشد. به علاوه می توان پنس را بست و یا آن را تبدیل به برش پهلو کرد.





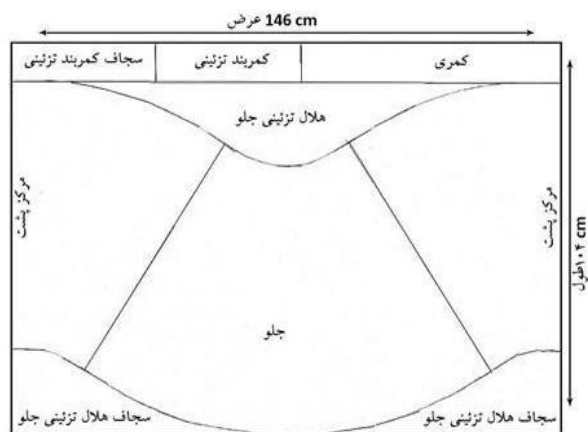
شکل ۹- الگوی دامن یک کلوش در حالت نخست به روش مرسوم شکل ۱۰- الگوی دامن یک کلوش با چیدمان دوم به روش مرسوم



شکل ۱۱- الگوی دامن یک کلوش با چیدمان سوم به روش مرسوم شکل ۱۲- الگوی دامن یک کلوش با قد ۷۰ سانتی متر به روش مرسوم

متداول به تولید ۲۵٪ ضایعات از کل وزن کادر کاغذ الگو منجر می‌شود. قسمت‌های هاشورزده در کادر الگو شکل ۱۲ مناطق دورریز را نشان می‌دهد. امکان حذف ضایعات در تولید این دو دامن وجود دارد. گشادی زیاد پای دامن‌ها باعث ایجاد ضایعات شد. با کاهش اندک در گشادی پای دامن می‌توان الگوهای لباس را مانند شکل ۱۳ مجدد چیدمان کرد. هلال کمر و هلال پای دامن طوری طراحی می‌شود که از باقیمانده پارچه جهت تولید هلال تزئینی در جلوی لباس استفاده شود. اضافات کمری نیز به شکل کمر بند تزئینی از پشت تا جلو امتداد پیدا می‌کند. شکل ۱۴ چیدمانی از الگوی دامن کلوش با قد ۷۰ سانتی متر را نشان می‌دهد که تمام بخش‌های آن در تولید لباس و تزئینات آن استفاده شد و هیچگونه ضایعاتی ندارد.

با توجه به آنکه در چیدمان نخست مقدار ضایعات بسیار می‌باشد چیدمان الگو تغییر داده شد. با بالاتر کشیدن دو الگوی بخش پشتی دامن در مارکر، میزان ناحیه هدر رفت از کاغذ کمتر شده، لیکن طول کادر افزایش می‌یابد. این وضعیت در شکل ۱۰ نشان داده شده است. میزان ضایعات کاغذی تولید شده در این حالت ۴۰٪/۲ از وزن کل بود. با هدف کاهش بیشتر ضایعات در چیدمان سوم، الگوها به صورت معکوس ترسیم شد. این طراحی در شکل ۱۱ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود مناطق هاشورزده یا ضایعات در کادر الگو به میزان بسیار کاهش یافت. میزان ضایعات در این طراحی ۱۶٪/۹ بود. به دلیل افزایش قد دامن، طول پارچه استفاده شده جهت تولید لباس بیشتر می‌شود. چیدمان الگوی دامن کلوش با قد ۷۰ سانتی متر به روش



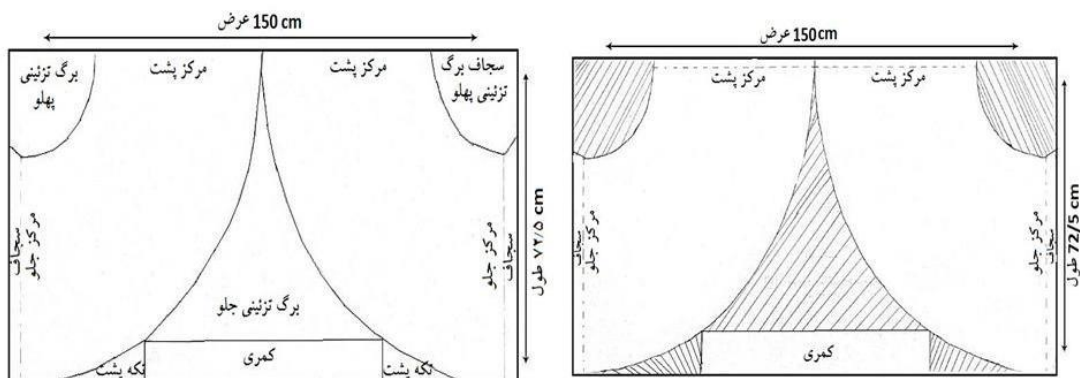
شکل ۱۳- دامن یک کلوش به روش بدون ضایعات

### ۳-۵- دامن نیم کلوش یا دامن دو کلوش

این نوع دامن در قسمت کمر چسبان و از ناحیه زیر باسن کوچک تا لبه ی پایین دامن گشاد شده و دارای دو درز پهلو می‌باشد. به دلیل برش منحنی لبه دامن، جهت دوخت آن معمولاً پارچه ساده بدون نقش انتخاب می‌گردد. این دامن با سه روش گرلاوین، متریک و مولر قابل طراحی است. هر سه روش را می توان به صورت بدون ضایعات تعریف کرد. در

شکل ۱۴- دامن یک کلوش دوخته شده به روش بدون ضایعات پژوهش حاضر از روش گرلاوین جهت طراحی الگوی دامن دو کلوش استفاده شد.

الگوی دامن نیم کلوش به روش گرلاوین با سجاف روی هم خور در جلو ترسیم و مقدار ضایعات بوجود آمده بعد از چیدمان قطعات در کاغذ الگو طبق شکل ۱۵ با هاشور مشخص شده است. در این حالت  $\frac{3}{33}\%$  از وزن کل کادر الگو به شکل دورریز هدررفته است.



شکل ۱۵- الگوی دامن نیم کلوش به روش مرسوم

شکل ۱۶- الگوی دامن نیم کلوش به روش بدون ضایعات



شکل ۱۷- دامن نیم کلوش با سجاف روی هم خور در جلو دوخته شده به روش بدون ضایعات

این نوع دامن با گشادی فراوان از کمر تا لبه ی دامن دارای چین های فراوان است. بلندی چین های مخروطی این دامن به دلیل گشادی زیاد معمولاً تا ناحیه کمر امتداد می یابد. ترسیم الگوی این دامن فقط بر اساس قواعد روش مولر و گرلاوین ممکن است. در پژوهش حاضر از روش مولر جهت طراحی الگوی دامن تمام کلوش استفاده شد.

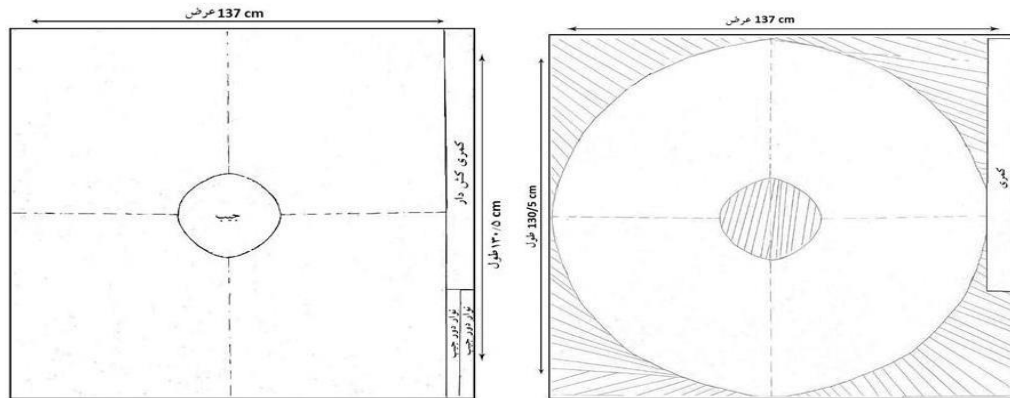
به منظور حذف ضایعات پارچه در دوخت این دامن، از بخش های هاشور خورده در بخش کمر دامن و به شکل برگ تزئینی استفاده شد. تصویر دامن دوخته شده بر اساس این تفکر در شکل ۱۶ نشان داده شده است.

### ۳-۶- دامن ۴ کلوش یا تمام کلوش

رود. این مناطق ضایعاتی به شکل هاشور در شکل ۱۸ نشان داده شده است.

روش متداول آن است که به دلیل عدم وجود درز در کمر این بخش با کش جمع می‌شود.

چنانچه دامن تمام کلوش بر پایه روش مولر ترسیم گردد میزان ۲۰٪ از وزن کل کاغذ الگو به صورت ضایعات هدر می



شکل ۱۸- الگوی دامن چهار کلوش به روش مولر (متداول) شکل ۱۹- الگوی دامن چهار کلوش با روش مولر به روش بدون ضایعات

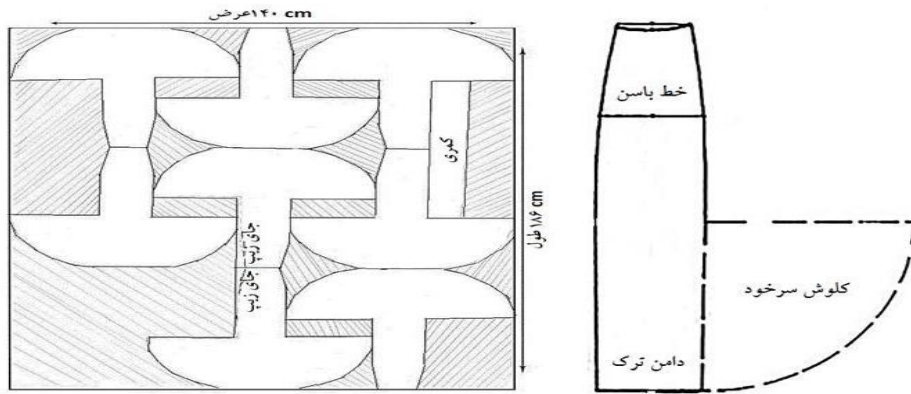


شکل ۲۰- دامن چهار کلوش دوخته شده به روش بدون ضایعات

ارائه شده است جهت ایده گرفتن، بازنگری در طراحی الگو و حذف ضایعات انتخاب شد. ابتدا الگوی دامن به شیوه مرسوم آماده و میزان ضایعات کاغذ الگو بعد از استخراج قطعات از کادر اصلی محاسبه شد. سپس بر پایه خلاقیت طراح، الگوها بازبینی و ساختار جدید از دامن بدون ضایعات ارائه شد. شکل ۲۱ الگویی از دامن ترک با کلوشی سرخود در پای دامن را نشان می‌دهد.

بر اساس ساختار این دامن، طرح جدیدی از دامن هشت ترک با کلوشی سرخود در دو سمت پای دامن و بدون ضایعات طراحی شد.

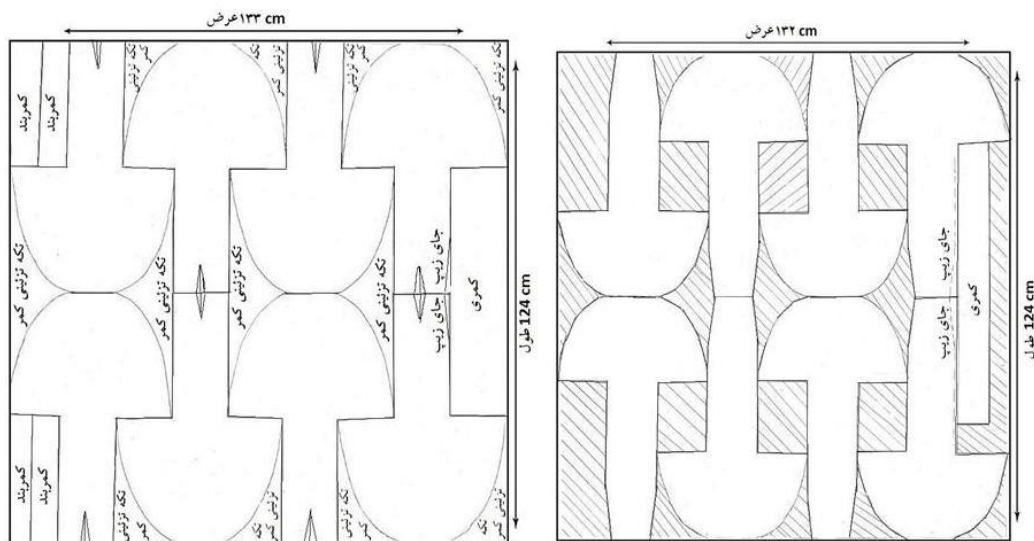
جهت حذف ضایعات در تولید این مدل از دامن، هیچ یک از چهار تکه اصلی دامن در بخش لبه پایین به صورت منحنی برش زده نشده است. شکل مربع این تکه‌ها بعد از مرحله دوخت منجر به ایجاد حالت کنگره یا هفت هشتی در بخش پای دامن و به صورت تزئینی استفاده می‌شود. از دایره وسط و مستطیل کنار کادر الگو که ضایعات پارچه محسوب می‌شود در دوخت یک جیب تزئینی که به پهلو لباس دوخته می‌شود استفاده شد. این تغییرات و اثرات آن در شکل ۱۹ نمایش داده شده است. در ادامه تحقیق، برخی از طرح‌های دامن که به شکل خطی یا عکس در کتب و منابع اینترنتی



شکل ۲۱- الگوی دامن ترک کلوش سرخود شکل ۲۲- مدلسازی دامن ۸ ترک کلوش سرخود در دو سمت

الگوی اساس دامن هشت ترک به روش گرلاوین ترسیم، سپس به صورت کلوش سرخود در دو سمت مدلسازی شد. شعاع کلوش ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. چیدمان الگوی این دامن به روش متداول منجر به تولید ۴۲٪ ضایعات از وزن کاغذ الگو را منجر می شود. قسمت های هاشورخورده در کادر الگو شکل ۲۲ مناطق دورریز را نشان می دهد. با توجه به چیدمان این الگو در روش مرسوم،

متغیرهای بوجود آورنده ضایعات بدست آمد. متغیر اول ایجادکننده ضایعات، گشادگی کلوش در قسمت عرضی بود. از مقدار گشادگی کلوش در عرض بدون کاستن از بلندی ۱۰ سانتی متر کم شد. در این شرایط ۲۵٪ از وزن کاغذ الگو به صورت ضایعات هدر رفت. این مناطق ضایعاتی به شکل هاشور در شکل ۲۳ نشان داده شده است.



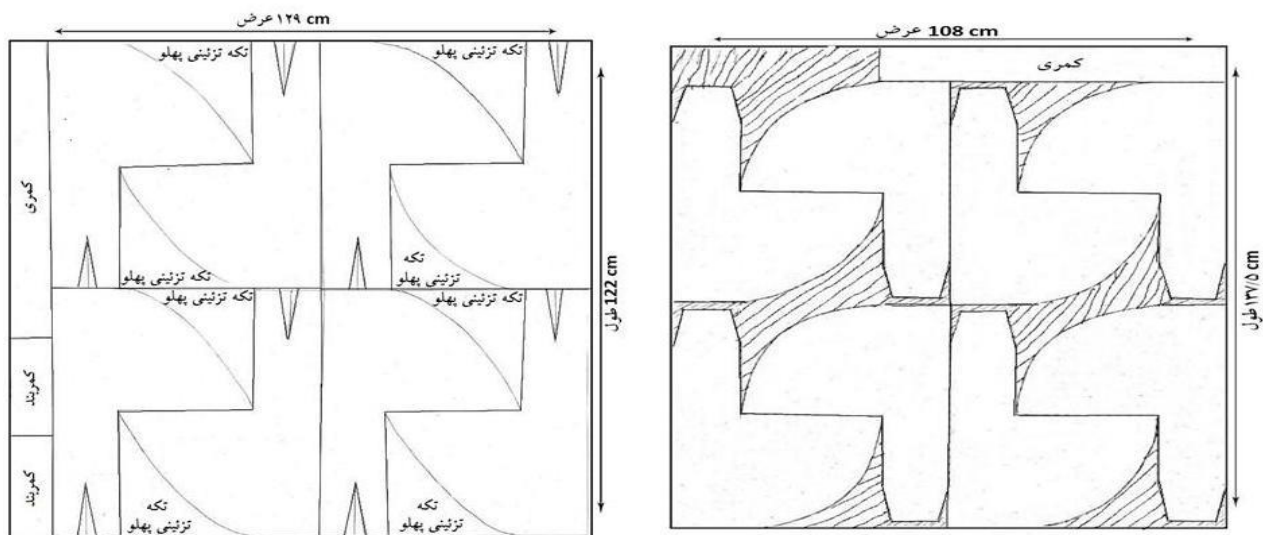
شکل ۲۳- الگوی دامن هشت ترک کلوش سرخود، متغیر اول شکل ۲۴- الگوی دامن هشت ترک دو سمت هلال به روش بدون ضایعات



شکل ۲۵- دامن هشت ترک دو سمت هلال دوخته شده به روش بدون ضایعات

توان هلالی کلوش لبه دامن را صاف ترسیم نمود. هلال اضافی پای دامن به صورت بند تزئینی به پهلوها دوخت شد. اضافی کمری نیز به صورت کمر بند داخل بند تزئینی قرار گرفت. چیدمان شکل ۲۴ ایده های جدیدی برای طراحی دامن معرفی می کند. مدل دامن هشت ترک با صافی خط پهلو در یک سمت و کلوش سرخود در سمت دیگر طراحی شد. در این طراحی، طول دامن نصف و شعاع کلوش به اندازه نصف قد دامن طراحی شد. این ایده منجر به کاهش ضایعات شد. ضایعات کاغذی کادر الگو در این طراحی ۱۱٪ بدست آمد (شکل ۲۶).

در چیدمان قبلی، ضایعات کمتر شده لیکن همچنان وجود دارد. متغیر دوم ایجاد کننده ضایعات، نابرابری طول کلوش با قد دامن است. قد از کمر تا پای دامن نصف و کلوشی به آن قسمت منتقل شد. به علت کنار هم قرار نگرفتن الگوها، جای دوخت به قسمت بالای گوده اضافه نشده است. قسمت پهلو در خط کمر کج می باشد که به داخل هلال اضافی پای دامن منتقل شده یا اضافات کمر به صورت پنس در کمر ترسیم می شود. لذا بخش کمر دامن در پهلو، صاف ترسیم و انحنای آن از طریق ایجاد پنس بوجود آمد. قسمت هلال پای دامن در بخشی از لباس به شکل تزئینی استفاده شد. البته می



شکل ۲۶- الگوی دامن هشت ترک با صافی خط پهلو روش مرسوم. شکل ۲۷- الگوی دامن هشت ترک با صافی خط پهلو بدون ضایعات





شکل ۲۸- دامن هشت ترک به حالت یکطرف صاف و طرف دیگر دارای کلوش سرخود به روش بدون ضایعات

ای از طراحان لباس تفکر جلوگیری از ایجاد ضایعات در مرحله طراحی الگو را مد نظر قرار دادند. در این شیوه، خلاقیت طراح الگو که مسلط به ساختار لباس، خصوصیات پارچه و شیوه های الگوکشی می باشد مبنای خلق الگوهایی است که ضمن تولید لباس مورد نظر، ضایعات را به صفر یا حداقل می رساند. اساس ایده بر دخالت تنها یک شخص در طراحی لباس، ترسیم الگو و چیدمان مارکر استوار می باشد. از محاسن این روش، حذف ضایعات و ارائه فرم های جدیدی از لباس است. از نکات قابل تامل در این روش ها، رویارویی طرح های جدید لباس با فرم کلاسیک و مرسوم آن، عدم استفاده از سیستم های الگوکشی پذیرفته شده، جهت طراحی اساس الگوی قطعات و عدم قابلیت سایندهی است.

به همین دلیل در تحقیق حاضر تلاش شد تا این خلاقیت در عمل بکار گرفته شود و برخی از اشکالات بیان شده در فوق رفع گردد. سه دامن راسته، خمه ای و کلوش در نظر گرفته شد. الگوی مرسوم این دامن ها در سایز ۳۸ و بر اساس یکی از شیوه های الگوکشی ترسیم شد. میزان ضایعات کاغذ الگو بر حسب درصد محاسبه گردید. سپس بر اساس خلاقیت طراح، با بکارگیری قواعد ترسیم الگو که تناسب آن توسط طراح الگو تشخیص داده شد، طرح قطعات و یا چیدمان آن به گونه ای اصلاح گردید که هیچ بخشی از کادر الگو به عنوان ضایعات باقی نماند.

متغیرهای بسیاری مانند عرض پارچه، طرح پارچه، قد دامن و سایز شخص، محدود کننده تصورات طراح در تولید لباس بدون ضایعات است. باز تعریف پنس ها به لحاظ مکانی و ابعادی و همچنین اصلاح کادر الگو در جلو و پشت لباس، طراح را در حذف ضایعات موفق نموده است. در این مجموعه

با هدف طراحی دامن بدون ضایعات در الگوی شکل ۲۸ اضافه درز در قسمت لبه هلال تا پای دامن به اندازه یک سانتیمتر کم شد. بلندی دامن در پهلو صاف به قسمت زاویه دوخت شد. با تغییر در خطوطی که به یکدیگر دوخته می شود فرم دامن عوض و طرح خلاقانه ای از لباس بوجود آمد. قسمت های اضافی هلال در پای دامن به صورت پیلی در دو سمت پهلو و اضافات کمری به صورت کمر بند دوخت شد. الگوهای اساس، چیدمان الگوها در مارکر یا کادر مشخص الگو و یا طرح لباس که توسط طراحان تولید می شود، می تواند منبع مهمی برای الهام گرفتن و طراحی لباس بدون ضایعات و یا کمترین ضایعات باشد.

#### ۴- نتیجه گیری

استفاده بهینه از مواد اولیه در صنایع، از ملزوماتی است که با هدف کاهش هزینه و کمک به محیط زیست مد نظر می باشد. صنایع نساجی و پوشاک از جمله آلایندهگان محیط زیست می باشند. دورریز پارچه، کاغذ الگو، لایی و سایر ملزومات تولید لباس، ضایعات قبل از مصرف صنایع پوشاک است. با هدف کاهش این ضایعات، تحقیقات بسیار در زمینه چیدمان مارکر انجام شده است. هر روش در مقایسه با روش قبل از خود تا حدودی موفق به بهینه سازی چیدمان مارکر و کاهش دورریز پارچه شده است. آنچه در این روش ها مد نظر می باشد حذف یا کاهش ضایعات پس از تولید آن است. شیوه های ارائه شده به دلیل استفاده از الگوریتم های پیچیده مهندسی، برای همگان و خاصه طراح الگو که غالباً از آن علم برخوردار نیست قابل فهم نمی باشد. از سویی ناپودی کامل ضایعات در این روش ها غیر ممکن است. بنابراین عده

[۱]. آذرباش ف.، سیار ف.، طراحی اندام و لباس (ویژه دختران)، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.

بخشی از الگوهای مختلف دامن به روش مرسوم و خلاقانه ترسیم و حذف ضایعات در تولیدات جدید اثبات گردیده است. در این تحقیق، ضمن حذف ضایعات در مرحله ترسیم الگو، شکل کلی لباس تفاوت فاحش با فرم کلاسیک و عادی آن ندارد. بر اساس عرض پارچه مصرفی، امکان سایزبندی لباس طراحی شده نسبت به سایز ۳۸ وجود دارد. سایز کمتر از ۳۸ بدون محدودیت و بدون تغییر در شیوه ایده پردازی قابل تولید است. در سایز بالاتر از ۳۸ پارامتر محدود کننده، عرض پارچه می باشد. از آنجا که محدودیتی در خلاقیت طراح وجود ندارد و اساس الگو بر پایه روش استاندارد شکل گرفته است، امکان تولید فرم های مختلف از لباس متناسب با خلاقیت استفاده شده از سوی طراح جهت حذف ضایعات به وجود می آید. لذا به جای الهام گرفتن از عناصر طبیعی و غیره جهت طراحی لباس جدید، ایده های منجر به حذف ضایعات، خود خلق کننده ی طرح نویی از کالا خواهد بود.

#### ۵-منابع

[۱]. بابایی پ.، اکبری ف.، بررسی مبانی نظری طراحی مد لباس زنانه در الگوی ایرانی- اسلامی، فصلنامه نقد کتاب هنر، ۲۴۱-۲۵۸، ۱۳۹۳.

[۲] اکرامی ا.، رویکردهای بازیافت ضایعات جامد نساجی، نساجی امروز، ۱۳۹۱.

[3]. Carrico, Melanie, Kim, Victoria, Expanding Zero Waste Design Practices: A Discussion Paper, International Journal Of Fashion Design, Technology And Education, Vol. 7, No. 1, 58-64, 2014.

[4]. Motahareh Kargar And Pedram Payvand, Optimization Of Fabric Layout By Using Imperialist Competitive Algorithm, Journal Of Textiles And Polymers, Vol. 3, No. 2, P55-63, 2015.

[۵]. کارگر بیده م. پیوندی پ.، مروری بر روش های حل مسائل چیدمان مارکر با الگوریتم های ابتکاری و فرا ابتکاری، علوم و فناوری نساجی، ۲، ۱۷-۲۸، ۱۳۹۳.

[6]. A. M. James, B. M. Roberts & A. Kuznia, Transforming The Sequential Process Of Fashion Production: Where Zero-Waste Pattern Cutting Takes The Lead In Creative Design, International Journal Of Fashion Design, Technology And Education, Vol. 9, No. 2, 142-152, 2016.

[7]. Mastering Zero: How The Pursuit Of Less Waste Leads To More Creative Pattern Cutting, International Journal Of Fashion Design, Technology And Education, Vol. 6, No. 2, 104-111, 2013.

[8]. Nesma Elshishtawy, Pammie Sinha & Julia A. Bennell, International Journal Of Fashion Design, Technology And Education, Pp 1-13, 2021.