

ارزیابی ویژگی های چرم ماهی تیلاپای تولیدی در ایران به منظور کاربری در پوشاک با رویکرد مد پایدار

زینب کشاورز^۱، فریده حاجیانی^۱، محمد داودآبادی فراهانی^{۲،۳}، مرجانه خراط صادقی^۴
 ۱گروه طراحی پارچه و لباس، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر ایران، تهران، ایران
 ۲دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
 ۳دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
 ۴گروه محیط زیست، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران

f.hajiani@art.ac.ir

تاریخ دریافت ۱۴۰۳/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش ۱۴۰۵/۰۲/۱۰

چکیده

مد پایدار، پوشاک و متعلقاتی است که ضمن حفظ شاخص های زیبایی، خلاقیت و هنر در مد، اهداف سه گانه توسعه پایدار شامل زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی را محقق سازد. پوست ماهی به عنوان یک ماده اولیه پایدار، امروزه از کارکرد اصلی خود در گذشته نه چندان دور جدا شده و علی رغم افزایش حجم تولید، عموماً در طبیعت رها می شود که مخرب محیط زیست است یا کاربری با ارزش افزوده پایین دارد، ولی به تازگی مورد توجه برندهای مطرح جهانی مانند دیور و گالیانو قرار گرفته است. در کشور ایران باتوجه به حجم بالای تولید ماهی و پوست آن، این ماده اولیه پایدار شناخته شده نبوده و پژوهش جامعی در زمینه بررسی ویژگی های آن انجام نشده است. بر این اساس، جهت بررسی ویژگی ها و مشخصات چرم ماهی تولیدی در ایران و سنجش قابلیت آن برای کاربرد در تولید پوشاک، بر اساس استاندارد ملی ۷۸، آزمایش های ۹ گانه عملی از قبیل مقاومت کشسانی، پارگی و تست مالشی بر روی چرم ماهی تیلاپای تولیدی در ایران انجام شد. در ادامه مقایسه جامعی با سایر چرم های طبیعی و استانداردهای بین المللی جهت معرفی این ماده پایدار و نوآورانه به صنعت پوشاک ایران انجام گردید. یافته های پژوهش نشان داد چرم ماهی تیلاپا تولید شده در ایران از استحکام مکانیکی، دوام و کیفیت زیبایی شناسی مطلوبی برخوردار بوده که می تواند آن را به یک ماده جایگزین مناسب و پایدار برای استفاده در پوشاک و لوازم جانبی مد تبدیل کند.

واژگان کلیدی: پایداری، مد پایدار، چرم ماهی، دباغی، چرم ماهی تیلاپا

Evaluation of the characteristics of tilapia leather produced in Iran for use in clothing with a sustainable fashion approach

Zeinab Keshavarz¹, Farideh Hajiani^{1*}, Mohammad Davoudabadi Farahani^{2&3}, Marjaneh Kharrat Sadeghi⁴¹Fabric Design Department, Faculty of Applied Arts, Iran University of Art, Tehran, Iran²Faculty of Textile Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran³Faculty of Textile Engineering, Yazd University, Yazd, Iran⁴Department of Environmental science, QaS. C., Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

f.hajiani@art.ac.ir

Abstract

Sustainable fashion is clothing and accessories that, while maintaining the indicators of beauty, creativity, and art in fashion, achieve the three goals of sustainable development, including environmental, economic, and social. Fish skin, as a sustainable raw material, has been separated from its original function in the not-so-distant past and, despite the increase in production volume, is generally left in nature, which is environmentally destructive or has a low value-added use, but it has recently attracted the attention of leading global brands such as Dior and Galliano. In Iran, due to the high volume of fish and its skin production, this sustainable raw material is not known and no comprehensive research has been conducted to investigate its characteristics. Accordingly, in order to investigate the characteristics and specifications of fish leather produced in Iran and to assess its suitability for use in clothing production, based on National Standard 78, nine practical tests such as tensile strength, tear strength, and rubbing test were conducted on tilapia leather produced in Iran. A comprehensive comparison with other natural leathers and international standards was then conducted to introduce this sustainable and innovative material to the Iranian apparel industry. The research findings showed that tilapia leather produced in Iran has good mechanical strength, durability, and aesthetic quality, which can make it a suitable and sustainable alternative material for use in apparel and fashion accessories.

Keywords: Sustainability, sustainable fashion, fish leather, tanning, tilapia fish leather.

۱-مقدمه

روند کنونی توسعه جهانی پایدار نبوده و عموماً در راستای توسعه اقتصادی، اجتماعی و تخریب محیط زیست است. توسعه پایدار به عنوان مدل جدید پیشرفت، توسعه ای را پایدار می داند که نیازهای حال را برآورده می کند بدون اینکه توانایی نسل های آینده در برآورده ساختن نیازهایشان را مختل سازد. امروزه حجم کل تولید پارچه و لباس در گستره جهان بیش از ۳۰ میلیون تن در سال برآورد می شود، از این رو، این صنعت دارای پیامدها و اثرات زیست محیطی قابل توجهی است که می تواند بر کیفیت محیط زیست و پایداری اکوسیستم ها تأثیرگذار باشد. همچنین می تواند باعث ایجاد مشکلات اقتصادی و اجتماعی به خصوص برای کشورهای کمتر توسعه یافته، عدم تعادل در بازار عرضه و تقاضای واقعی و افزایش مازاد تولید شده است [۲۱]. نظریه مد پایدار در ذیل نظریه توسعه پایدار و در تقابل با رویکرد مد سریع و شتابانی مطرح شده است. این نظریه، پوشاک و متعلقاتی را پایدار می داند که علاوه بر حفظ شاخص های زیبایی، تنوع، خلاقیت و هنر، اهداف سه گانه اقتصادی با نظر به شیوه تولید، زیست محیطی با نظر به مواد اولیه و از جنبه اجتماعی با تغییر نگاه جامعه و نوع مصرف توسعه پایدار را نیز محقق کند. تحقق این اهداف نیازمند همکاری همه عناصر ذی نفع به گونه ای است که در تمام مراحل از تولید مواد اولیه تا بعد از مصرف، معیارها و شیوه های مد پایدار رعایت شود. ایران و سمیع، مد

پایدار را مفهومی برآمده از توسعه پایدار می دانند که تغییر جهتی اساسی در دیدگاه ها و رفتار فرد ایجاد کند [۳]. محمدی و همکاران، مد پایدار را تلاشی می دانند که توسعه پایدار و مد را با هم در می آمیزد و تا چندی پیش این دو مفهوم به عنوان یک پارادوکس یکدیگر را نقض می کردند [۴]. سیماتی و همکاران مد پایدار را شیوه خاصی از طراحی و به عنوان قسمتی از فلسفه طراحی می دانند که بر پایه مبانی زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی بنیان گذاری شده و هدف آن ایجاد سیستمی در طراحی است که خود را در برابر محیط زیست و جامعه مسئول می داند [۵]. اما نکته مهم آن است که مد پایدار باید بر اساس شرایط کنونی جهانی بازنگری و تعریف شود، همان گونه که نتایج یک نظرسنجی در پژوهش ایفلر و دیکمپ^۱ [۶] نیز مؤید همین مطلب است. ارائه یک مفهوم ساده و نسبتاً جامع از «مد پایدار» باعث می شود تا اعضای ذی نفع در این حوزه شامل مصرف کننده، طراح، تولیدکننده و دولت به درک مشترکی رسیده و هماهنگی بیشتری با یکدیگر داشته باشند. شاخصه اصلی مد، سرعت و تغییر در کنار جنبه های هنری آن است و شاخصه اصلی پایداری حفظ توازن بین سه رأس اقتصاد، جامعه و محیط زیست است؛ بنابراین این پژوهش نشان داد، مد پایدار در پی تحقق سه اصل پایداری به همراه لحاظ کردن عنصر تغییر و هنر است تا بتواند بهترین نتیجه مطلوب حاصل نماید. در این راستا، چرم ماهی می تواند به عنوان یکی از مواد اولیه

¹ Eifler and Diekamp

سازگار با محیط زیست در تولید پوشاک و صنعت مد مورد استفاده قرار گیرد. چرم یکی از ابتدایی ترین مواد اولیه مورد استفاده در پوشاک در گذر تاریخ بوده است. در گذشته نه چندان دور چرم ماهی در مناطق ساحلی جهان و به ویژه قطب شمال، به دلیل شرایط محیطی و دسترسی دشوار به سایر مواد اولیه، توسط بومیان محلی به عنوان یک ماده اولیه در تولید پوشاک استفاده می شده است [۷]. اولین آثار کاربری چرم ماهی در اقلیت قومی هزه^۱ در شمال شرقی چین کشف شده است. شواهدی از تولید چرم ماهی در اسکاندیناوی، آلاسکا، هوکایدو ژاپن، شمال شرقی چین و سیبری نیز وجود دارد، اما در سال ۲۰۰۶ میلادی هنر پردازش پوست ماهی به عنوان یکی از نخستین موارد میراث فرهنگی چین ثبت جهانی شد [۸]. کت های ساخته شده از پوست ماهی به عنوان لباس روزمره در مناطق ساحلی مورد استفاده قرار می گرفت. در مناطق سرد برای فعالیت های بیرون از خانه، چندین کت را به طور هم زمان می پوشیدند و در هوای بسیار سرد، آن را روی خز می پوشیدند [۹ و ۱۰]. این موارد نشان می دهد که کاربری چرم ماهی در پوشاک دارای پیشینه تاریخی بوده و لازم است تا ویژگی های خاص آن به عنوان یک ماده اولیه در تولید پوشاک مورد توجه قرار گیرد. بنابراین با توجه به اینکه پوست ماهی به عنوان یک ماده اولیه پایدار چند قرنی است که از کارکرد خود در پوشاک جدا شده و علی رغم افزایش حجم

تولید، عموماً در طبیعت رها شده یا کاربری با ارزش افزوده پایین دارد که باعث تخریب محیط زیست می شود. اما در دو دهه اخیر و بر اساس رویکرد مد پایدار و تغییر در روند فراوری و پردازش پوست ماهی و تبدیل آن به چرم، به عنوان چرم لوکس مورد توجه و استقبال برندهای مطرح در مد مانند دیور^۲ و جان گالیانو^۳ قرار گرفته است و چندین پژوهش علمی هم در زمینه معرفی آن به عناصر ذی نفع در پوشاک توسط الیسا پالومینو^۴ در بریتانیا انجام شده است. فیگرو و سیلوا^۵ با بررسی مد، صنعت شیلات و ضایعات حاصل از آن در برزیل و بر اساس یک نظرسنجی، به طراحی لباس زیر زنانه از چرم ماهی در راستای مفاهیم پایداری و طراحی پرداخته اند [۷]. پژوهشگران پولک و چرم ماهی را به واسطه داشتن ویژگی های انعطاف پذیری و مقاومت، دارای قابلیت کاربری در منسوجات، لوازم چرمی، کالاهای لوکس و کاربردهای صنعتی معرفی کردند [۱۱ و ۱۲]. پالومینو و کارادوتیر^۶ با بررسی سابقه تاریخی کاربری چرم ماهی در قطب شمال و معرفی آن به عنوان چرم لوکس به دلیل ظاهر زیبای چرم، استفاده از آن را به دلایل جلوگیری از دورریز آن در طبیعت، کاهش مصرف سایر مواد اولیه پایدار و مواد اولیه ناپایدار در راستای مد پایدار می دانند [۹]. برندهای مطرح در مد جهانی به مرور در مسیر

⁴ Elisa Palomino

⁵ Figueredo, T. & Silva, N.

⁶ Palomino, Káradóttir.

¹ Hezhe

² Dior

³ John Galliano

رویکرد مد پایدار نپرداخته‌اند.



شکل ۱. کاربری چرم ماهی در لباس های پاییز و زمستان برند جان گالیانو [۱۴]

این پژوهش، با انجام آزمایش‌های ۹ گانه عملی بر اساس استاندارد ملی ۷۸ بر روی چرم ماهی تیلاپیی تولیدی در ایران و مقایسه جامع آن با سایر چرم‌های طبیعی و استانداردهای بین‌المللی جهت معرفی این ماده پایدار و نوآورانه به صنعت پوشاک ایران انجام شده است.

۲- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از حیث روش، توصیفی-تحلیلی است. گردآوری داده‌ها از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و انجام آزمون‌های آزمایشگاهی بر روی چرم ماهی تیلاپیا صورت گرفت. به‌منظور ارزیابی کیفیت چرم ماهی و افزایش روایی و پایایی نتایج، تعداد ۱۵ نمونه چرم ماهی

کاربری این نوع چرم هستند. درحالی‌که برند نایک^۱ و سایر برندها، قطعات کوچک چرم ماهی را با چرم معمولی ترکیب می‌کنند، سازندگان دیگر ترجیح می‌دهند چندین پوست ماهی را برای ساخت قطعات بزرگ‌تر ترکیب کنند [۱۳]. براگا^۲ مدیر یک مؤسسه غیرانتفاعی در برزیل با همکاری برند بین‌المللی اوسکلن^۳، پروژه‌ای را در زمینه استفاده از چرم ماهی پیراروکو^۴ برای تولید لباس و لوازم جانبی آن در راستای مد پایدار انجام داده است [۷]. یکی دیگر از موارد کاربری چرم ماهی در مد جهانی، مجموعه پائیز و زمستان ۲۰۰۲ میلادی جان گالیانو^۵ است وی در این پژوهش تحقیقاتی از منابع کتابخانه‌ای و همچنین بازدید از چین، ژاپن، هند و روسیه و با انجام سرمایه‌گذاری قابل‌توجه، موفق به تولید مجموعه‌هایی جاه‌طلبانه و متنوع از رنگ، شکل، طرح و بافت با استفاده از پوست ماهی قزل‌آلا، سوف و ماهی کاد و استفاده از فنون متنوعی مانند گل‌دوزی و نقاشی با دست در پوشاک شد و به جایگاهی بالا دست‌یافت که مورد استقبال جامعه طراحان و مردم قرار گرفت (شکل ۱) [۱۴]. پژوهش‌های انجام شده قبلی در موضوع چرم ماهی و مد پایدار هر کدام به نوبه خود ارزشمند بوده اما علی‌رغم حجم بالای تولید پوست ماهی و وجود کارخانه تولید چرم ماهی هیچ‌کدام به چرم ماهی موجود در ایران و سنجش کیفیت آن به‌منظور کاربری در پوشاک با

^۴ ماهی پیراروکو (آراپایما گیگا) نه‌تنها بزرگ‌ترین ماهی فلس در جهان است، بلکه نمادی از آب‌های آمازون است

^۵ John Galliano

^۱ Nike

^۲ Nina Almeida Braga

^۳ Osklen

تیلایا پرورشی از سه منبع متفاوت شامل نمایشگاه بین‌المللی کیف، کفش و چرم تهران در سال ۱۴۰۱، فروشگاه دائمی محصولات چرم و چرم ماهی تهران و تولیدکنندگان چرم ماهی تهیه شد. به‌منظور دستیابی به نمونه‌ای نماینده و کاهش سوگیری احتمالی، از هر منبع دو نمونه به صورت تصادفی انتخاب گردید و در مجموع ۶ نمونه برای انجام ۹ آزمون استاندارد آزمایشگاهی در آزمایشگاه کنترل کیفیت خاوران مورد بررسی قرار گرفت. انتخاب چرم ماهی تیلایا به عنوان نمونه مورد مطالعه بر مبنای چند معیار صورت گرفت، از جمله فراوانی و دسترس‌پذیری بیشتر آن نسبت به سایر انواع چرم ماهی در زمان انجام پژوهش، ابعاد و اندازه مناسب آن به عنوان نمونه‌ای نزدیک به میانگین چرم‌های ماهی تولید شده در ایران و همچنین ویژگی‌های فرآیند دباغی آن که امکان ارزیابی دقیق‌تر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و ظاهری را فراهم می‌سازد. قلمرو موضوعی پژوهش شامل ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و ظاهری چرم ماهی تیلایا و بررسی ظرفیت‌ها و پتانسیل کاربرد آن در صنعت پوشاک پایدار است. قلمرو مکانی پژوهش بر چرم ماهی تیلایا پرورشی تولید شده در ایران و آزمون‌های انجام شده در آزمایشگاه کنترل کیفیت خاوران متمرکز بوده و قلمرو زمانی آن شامل فرآیند جمع‌آوری نمونه‌ها، انجام آزمایش‌ها و تحلیل داده‌ها بود.

۳- دباغی پوست ماهی و تبدیل آن به چرم

پوست ماهی همانند پوست سایر حیوانات اگر در محیط بماند فاسد می‌شود. بنابراین امکان استفاده به صورت مستقیم در پوشاک را نداشته و لازم است تا فرایند دباغی و تبدیل شدن به چرم روی آن انجام شود. قبل از اینکه فرایند دباغی پوست ماهی به صورت صنعتی توسعه و گسترش یابد، پوست ماهی به‌صورت سنتی دباغی می‌شد و در تولید کفش، پوشاک و محصولات دیگر، به ویژه به عنوان بخشی از سنت فرهنگی مردم ساحلی و کنار رودخانه مورد استفاده قرار می‌گرفت. در شکل ۲ فرآیند دباغی صنعتی پوست ماهی و تبدیل آن به چرم نشان داده شده است. این دباغی شامل مجموعه‌ای از مراحل فنی و شیمیایی است که به‌منظور افزایش پایداری، دوام و کیفیت ظاهری محصول نهایی انجام می‌شود. این فرآیند با آماده‌سازی و تأمین مواد اولیه آغاز شده و پس از آن مراحل رنگ‌زدایی و حذف مواد زائد، باز کردن ساختار الیاف، جداسازی بافت‌های ناخواسته و عملیات ضربه‌زنی انجام می‌گیرد. در ادامه، پوست تحت فرآیند ترشی‌زنی^۱ قرار می‌گیرد تا شرایط لازم برای نفوذ مواد دباغی فراهم شود. سپس با انجام ترشی‌زنی مجدد و در نهایت دباغی یا برنزه‌کردن با استفاده از نمک‌های کروم، ساختار کلاژنی پوست تثبیت شده و به چرمی با ویژگی‌های مکانیکی، شیمیایی و ظاهری مطلوب تبدیل می‌شود [۱۵] این مراحل در ادامه به‌صورت مختصر شرح داده می‌شود:

برای تهیه مواد اولیه پوست‌ها به مدت ۱۵ دقیقه با آب تمیز

¹ Pickling

شسته می شوند. در مرحله رنگ زدایی، رنگ دانه های چسبیده به پوست ماهی را نمی توان با استفاده از آهک از بین برد. برای این کار، دوغاب حاصل از مخلوط خمیر غنی شده از سولفید سدیم و آب، به مدت ۱۲ ساعت بر روی پوست ماهی قرار داده می شود و روز بعد پوست ها با کیسه گونی یا برس ماساژ داده شده تا رنگ دانه ها از بین بروند. برای باز کردن ساختار الیاف، پوست ماهی رنگ زدایی شده در مخلوط ۱۰ درصد آهک و ۲۵۰ درصد آب به مدت ۳ روز در گودال قرار داده می شود (این عمل باید دو بار انجام شود)، گوشت های اضافی از پوست ها جدا شده و وزن آن مشخص می شود. پس از توزین، پوست ها به صورت مجزا روی هم انباشته شده و با گیره ها محکم می شوند یا در امتداد لبه بیرونی دوخته می شوند تا از آنها در فرآیند پردازش محافظت شود. جداسازی و ضربه زنی: مخلوط کلرید آمونیوم در آب به مدت ۳۰ دقیقه در داخل درام تحت عملیات چرخش و اختلاط قرار داده می شوند. مواد آهکی مخلوط شده حدود ۴۵ دقیقه با پوست مخلوط می شود. پس از آن، فرآیند گوشت زدایی و حذف مواد زائد باقیمانده از سطح پوست انجام شده و نمونه ها به منظور پاک سازی کامل و حذف بقایای مواد شیمیایی و آلودگی ها مورد شست و شو قرار داده می شوند. مرحله بعد ترشی زدن با استفاده از مخلوط آب و نمک حدود ۱۰ دقیقه ادامه می یابد، سپس ترشی زدن با اسید کلریدریک ۱ درصد به مدت ۱۰۰ دقیقه ادامه یافت. ر پایان، نمونه ها به منظور تکمیل نفوذ مواد و ایجاد شرایط مناسب برای مرحله دباغی، به مدت یک شب در حمام

ترشی زنی نگهداری شدند. روز بعد پوست ها در ۱٪ اسید کلریدریک به مدت ۱۰۰ دقیقه نگه داشته شده تا pH حدود ۰/۲ حفظ شود، مجدداً به مدت یک شب در حمام ترشی نگهداری می شوند. روز بعد پوست ها از حمام ترشی خارج شده و به مدت ۱۰ روز انباشته می شوند. در ترشی زنی مجدد، حدود ۱۰ روز پوست ترشی زده شده را به مدت ۱۰ دقیقه داخل حمامی حاوی ۸۰ درصد آب و ۸ درصد نمک قرار داده و سپس یک درصد محلول اسید کلریدریک به آن اضافه می کنند. در ادامه برای برنزه کردن با کروم، پوست ترشی زده شده در یک درام که حاوی ۵۰٪ آب ترشی، ۴٪ پودر BCS، ۱٪ چربی کاتیونی، ۱٪ چربی غیر یونی است برنزه می شود و به مدت ۶۰ دقیقه این عمل ادامه می یابد. سپس پوست ها در مخلوط ۴٪ پودر BCS، ۱٪ چربی کاتیونی، ۱٪ چربی غیر یونی در درام برنزه قرار داده شده و درام به مدت ۶۰ دقیقه روشن می شود. سپس حدود ۳۰ دقیقه آب اضافه می شود. در ادامه ۱٪ فرمات سدیم (در آب) و ۱٪ بی کربنات سدیم برای حدود ۹۰ دقیقه اضافه می شود و پوست شستشو داده می شود و در طول شب روی هم انباشته می شود. در مرحله نهایی عمل رنگ زدن به پوست دباغی شده انجام می شود. رنگ یکی از مهم ترین مراحل در کاربری چرم است که بسته به نوع بافت پوست، سطح رنگ شده متفاوت دیده می شود. هرچه بافت گسترده تر باشد، رنگ محصول تولیدی، غنی تر و پرتر ظاهر می شود که شرایط و امکانات بیشتری را برای کاربرد آن توسط طراحان و سازندگان محصولات فراهم می کند [۱۶].



شکل ۲. مراحل تبدیل پوست ماهی به چرم [۱۷]

۴- ارزیابی ویژگی های چرم ماهی به منظور کاربری در

پوشاک

چرم ماهی برای استفاده به عنوان یک ماده اولیه در صنعت پوشاک، باید از ویژگی ها و الزامات کیفی مشخصی برخوردار باشد. از این رو، ارزیابی چرم ماهی از دو جنبه اصلی انجام می شود: نخست، بررسی ویژگی های ظاهری و خواص فیزیکی آن، و سپس تحلیل عملکرد و خواص مکانیکی چرم ماهی بر اساس نتایج آزمون های آزمایشگاهی و مقایسه آن با سایر چرم های طبیعی.

۴-۱- بررسی ویژگی های ظاهری چرم ماهی

مهم ترین ویژگی ظاهری پوست ماهی، الگوی طبیعی حفره های به جامانده از فلس ها است که به آن جلوه ای منحصر به فرد و ارزش زیبایی شناختی می بخشد. این ویژگی به اندازه، تراکم و غنای بافت سطحی پوست ماهی وابسته است. تنوع در ابعاد پوست و برجستگی های سطحی آن تحت تأثیر عواملی همچون گونه ماهی، زیستگاه، نوع و آرایش فلس ها و نیز فرایندهای دباغی، تکمیل و پردازش قرار دارد. این عوامل در نهایت بر کیفیت ظاهری و جذابیت بصری چرم ماهی

تأثیرگذار هستند. با وجود این تفاوت ها، نتایج پژوهش مارز و همکاران نشان می دهد که چرم ماهی به طور کلی از ویژگی هایی نظیر وزن کم، استحکام بالا، زیبایی ظاهری، ظرافت و دوام مناسب برخوردار است [۱۵]. ویژگی هایی نظیر سبکی، استحکام، انعطاف پذیری و جلوه های بصری منحصر به فرد چرم ماهی، امکان استفاده از آن را در طراحی و تولید انواع پوشاک فراهم می سازد. از این رو، محصولات پوشاک تولید شده از چرم ماهی با هدف بهره گیری از انعطاف پذیری بافت، تنوع رنگی و تعامل ویژه سطح چرم با نور، طراحی و تولید می شوند، بنابراین محصول نهایی می تواند سبک و سیال مانند ابریشم، سنگین و کرکی مانند خز یا نیمه شفاف و سخت مانند کاراپاس^۱ باشد [۹].

۴-۲- ارزیابی ویژگی های چرم ماهی بر اساس نتایج

آزمایشگاهی

به منظور ارزیابی کیفیت چرم ماهی تیلاپیا، چند نمونه چرم تهیه شده از پوست ماهیان تیلاپای پرورشی موجود در ایران انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های مورد مطالعه از پوست ماهیان پرورشی تهیه شده و دارای ضخامت حدود ۰/۴

^۱ سپر محکمی که پشت بعضی از جانوران را می پوشاند

سانتی متر، عرض ۱۰ سانتی متر و طول ۲۵ سانتی متر بودند. تمامی نمونه ها پس از انجام فرایندهای دباغی، برای ارزیابی ویژگی های کیفی و انجام آزمون های ۹ گانه بر اساس استاندارد شماره ۷۸ مؤسسه استاندارد ایران استفاده شدند [۱۸]. آزمایش ها در آزمایشگاه کنترل کیفیت چرم خاوران انجام شدند، نتایج در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

۴-۲-۱- مقاومت گسیختگی (تست پارگی دمبلی)

مقاومت کششی بیانگر حداکثر تنشی است که چرم می تواند در هنگام اعمال نیروی کششی تا لحظه پارگی تحمل کند. این شاخص، میزان مقاومت چرم در برابر آسیب های ناشی از کشش را نشان می دهد و هرچه مقدار آن بیشتر باشد، چرم توانایی تحمل نیروی کششی بالاتری را پیش از گسیختگی خواهد داشت. برای انجام این آزمون، نمونه ای از چرم بین دو گیره دستگاه آزمون کشش قرار گرفت و گیره ها با سرعت کنترل شده در دو جهت مخالف حرکت داده شدند تا نمونه تحت کشش قرار گیرد. حداکثر تنش وارد بر چرم در لحظه پیش از پارگی ثبت و به عنوان مقاومت کششی نمونه گزارش شد. نتیجه آزمون نشان داد که مقاومت کششی چرم ماهی تیلاپیا برابر با ۱۷۶/۴ نیوتن بر میلی متر مربع است که به طور قابل توجهی بالاتر از مقادیر حداقل تعیین شده در استانداردهای چرم مورد استفاده در پوشاک است. بر اساس استاندارد شماره ۷۸، حداقل مقاومت کششی برای چرم بز و بره ۱۵ نیوتن بر میلی متر مربع و برای چرم گاو و گوساله ۱۸ نیوتن بر میلی متر مربع تعیین شده است. بنابراین، می توان

نتیجه گرفت که چرم ماهی تیلاپیا از مقاومت کششی بسیار مطلوبی برخوردار است و توانایی تحمل تنش های کششی بالایی را بدون پارگی دارد. این ویژگی یکی از شاخص های مهم در ارزیابی کیفیت مواد اولیه مورد استفاده در صنعت پوشاک محسوب می شود و نشان دهنده قابلیت مناسب این چرم برای کاربرد در محصولات پوشاکی است.

۴-۲-۲- آزمایش ازدیاد طول در نقطه پارگی

افزایش طول در هنگام پارگی یکی از شاخص های مهم خواص مکانیکی چرم است که میزان تغییر طول نمونه را در اثر اعمال نیروی کششی تا لحظه پارگی، نسبت به طول اولیه، بیان می کند. این ویژگی بیانگر انعطاف پذیری، شکل پذیری و توانایی چرم در تحمل تغییر شکل پیش از گسیختگی است. هرچه مقدار افزایش طول بیشتر باشد، چرم قابلیت بیشتری برای تغییر شکل تحت تنش های کششی داشته و بدون پارگی، خود را با حرکات و تغییرات ابعادی محصول در حین استفاده سازگار می کند. این شاخص همزمان با آزمون استحکام کششی اندازه گیری می شود. در این آزمون، نمونه چرم تحت نیروی کششی یکنواخت قرار می گیرد و درصد افزایش طول آن در لحظه پارگی نسبت به طول اولیه ثبت می شود. نتیجه آزمون برای چرم ماهی تیلاپیا ۶۹/۰۹ به دست آمد که بیانگر انعطاف پذیری مناسب و قابلیت تغییر شکل مطلوب این چرم پیش از گسیختگی است. بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۷۸، دامنه قابل قبول افزایش طول در هنگام پارگی برای چرم بز و بره بین ۵۰ تا ۹۰ و برای چرم گاو و

گوساله بین ۴۰ تا ۹۰ تعیین شده است. بنابراین، مقدار به دست آمده برای چرم ماهی تیلپیا در محدوده استاندارد هر دو گروه قرار دارد و نشان می دهد که این چرم از انعطاف پذیری و شکل پذیری مناسبی برای کاربرد در صنعت پوشاک برخوردار است.

۴-۲-۳- مقاومت به جرخوردگی

مقاومت در برابر پارگی، شاخصی از توانایی چرم در مقابله با پارگی است. این ویژگی نقش مهمی در ارزیابی دوام و عملکرد چرم در شرایط استفاده واقعی دارد، زیرا احتمال ایجاد و توسعه پارگی در نقاطی که تحت تنش های موضعی قرار دارند را نشان می دهد. آزمون مقاومت در برابر پارگی با اعمال نیروی کششی تدریجی و فزاینده به نمونه چرم تا زمان پارگی انجام می شود. در این آزمون، حداکثر نیروی مورد نیاز برای ایجاد یا گسترش پارگی، پیش از گسیختگی کامل نمونه، ثبت و به عنوان مقاومت پارگی گزارش می شود. این آزمون مطابق روش های استاندارد در دو نوع تک زبانه^۱ و دوزبانه^۲ انجام می شود که هر یک برای ارزیابی رفتار چرم در شرایط متفاوت گسترش پارگی مورد استفاده قرار می گیرند.

• تک زبانه یا شلوازی

در این آزمون، نمونه چرم به گونه ای برش داده می شود که یک شکاف اولیه در مرکز آن ایجاد شده و دو زبانه مشابه شلوار تشکیل شود. در حین آزمون، هر یک از زبانه ها در گیره های دستگاه آزمون کشش ثابت شده و نیروی کششی با سرعت

یکنواخت در دو جهت مخالف اعمال می شود. با ادامه اعمال نیرو، پارگی از محل شکاف اولیه به تدریج گسترش یافته و نیروی لازم برای ادامه پارگی تا پایان آزمون ثبت می شود.

• دوزبانه

در این روش، نمونه چرم با ایجاد دو شکاف متقابل آماده می شود تا ناحیه مشخصی برای اعمال تنش و گسترش پارگی ایجاد شود. این آزمایش، شرایطی را شبیه سازی می کند که در آن چرم در حین استفاده تحت تنش های موضعی قرار می گیرد. در طول آزمون، دو انتهای نمونه در گیره های دستگاه آزمون کشش ثابت شده و نیروی کششی با سرعت یکنواخت اعمال می شود. با افزایش تدریجی نیرو، پارگی از محل شکاف ها آغاز شده و در امتداد نمونه گسترش می یابد. حداکثر نیروی لازم برای گسترش پارگی تا پیش از گسیختگی کامل نمونه ثبت و به عنوان مقاومت به جرخوردگی گزارش می شود.

۴-۲-۴- مقاومت دوخت

آزمون مقاومت دوخت یکی از آزمون های مکانیکی مهم برای ارزیابی عملکرد چرم در محل درزها و اتصالات است. هدف از این آزمون، تعیین حداکثر نیرویی است که محل دوخت می تواند پیش از پارگی چرم، گسیختگی در محل دوخت یا بیرون کشیده شدن نخ تحمل کند. برای انجام این آزمون، نمونه چرم مطابق ابعاد و شرایط تعیین شده در استاندارد آماده و با تعداد مشخصی بخیه دوخته می شود. سپس نمونه در

^۱ Single Edge Tear

^۲ Double Edge Tear

گیره‌های دستگاه آزمون کشش قرار گرفته و نیروی کششی با سرعت یکنواخت به دو طرف محل دوخت اعمال می‌شود. اعمال نیرو تا زمان وقوع پارگی چرم، گسیختگی در محل دوخت یا بیرون کشیده شدن نخ ادامه می‌یابد و حداکثر نیروی ثبت‌شده پیش از شکست، به عنوان مقاومت دوخت گزارش می‌شود.

۴-۲-۵- تست مالشی

دو آزمایش تست مالشی مرطوب و تست مالشی خشک با هدف ارزیابی ثبات رنگ چرم انجام می‌شود.

• مرطوب

آزمون مالشی مرطوب به منظور ارزیابی ثبات رنگ چرم در برابر سایش در شرایط مرطوب انجام می‌شود. این آزمون میزان انتقال رنگ از سطح چرم به یک پد مرطوب را در اثر مالش اندازه‌گیری می‌کند. برای انجام این آزمون، مطابق

شکل ۳ ابتدا پد پنبه‌ای با آب مرطوب شد، به گونه‌ای که میزان جذب آب آن حداقل ۵۰ درصد وزن خشک پد باشد. سپس نمونه چرم در دستگاه آزمون ثابت شد و پد مرطوب، تحت فشار مشخص، با حرکت رفت و برگشتی بر روی سطح چرم مالیده شد. ارزیابی در دو مرحله، پس از ۲۰ و ۵۰ چرخه مالش، انجام گرفت. در پایان آزمون، میزان انتقال رنگ به پد با استفاده از مقیاس خاکستری استاندارد مورد ارزیابی و درجه‌بندی قرار گرفت. نتیجه آزمون برای چرم ماهی تیلایا درجه ۴ به دست آمد. این مقدار از حداقل الزامات استانداردهای اروپایی برای چرم مورد استفاده در پوشاک، که درجه ۳ است، بالاتر بوده و نشان‌دهنده ثبات رنگ مناسب چرم در برابر مالش مرطوب است. لازم به ذکر است که در استاندارد ملی ایران شماره ۷۸، حداقل مقدار قابل قبول برای این آزمون تعیین نشده است.



شکل ۳. مراحل انجام آزمایش تست مالشی مرطوب چرم ماهی تیلایا

• خشک

آزمون مالشی خشک به منظور ارزیابی ثبات رنگ چرم در برابر

سایش در شرایط خشک انجام می‌شود. این آزمون میزان انتقال رنگ از سطح چرم به یک پد خشک در اثر مالش را

اندازه گیری می کند. برای انجام این آزمون، نمونه چرم در دستگاه آزمون ثابت شد و پد خشک تحت فشار استاندارد، با حرکت رفت و برگشتی بر روی سطح چرم مالیده شد (شکل ۴). آزمون تا ۵۰ چرخه مالش ادامه یافت و پس از پایان آزمایش، پد از نظر میزان انتقال رنگ با استفاده از مقیاس خاکستری استاندارد ارزیابی شد. نتایج نشان داد که هیچ گونه انتقال رنگ به پد مشاهده نشد. نتیجه آزمون درجه ۵ به دست آمد که بالاتر از حداقل الزامات استانداردهای اروپایی برای چرم مورد استفاده در پوشاک (درجه ۳) است. این نتیجه بیانگر ثبات رنگ بسیار مطلوب چرم ماهی تیلاپیا در برابر مالش خشک و مقاومت بالای آن در برابر انتقال رنگ در شرایط استفاده معمول است. لازم به ذکر است که استاندارد ملی ایران شماره ۷۸ حداقل مقدار مشخصی برای این آزمون تعیین نکرده است.



شکل ۴. تست مالشی خشک چرم ماهی تیلاپیا

۴-۲-۶- تست مقاومت خمشی

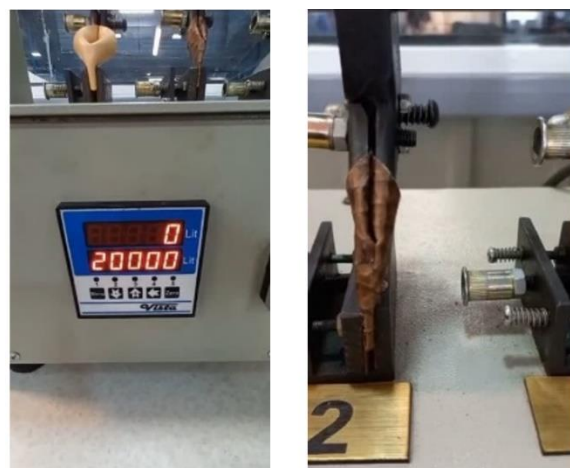
آزمون مقاومت در برابر خمش یکی از آزمون های مکانیکی متداول برای ارزیابی دوام و انعطاف پذیری چرم است. در این

آزمون، مقاومت چرم در برابر خم شدگی های مکرر و ایجاد ترک، شکست یا سایر آسیب های سطحی مورد بررسی قرار می گیرد. برای انجام این آزمون، همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است نمونه چرم در دستگاه آزمون خمش قرار گرفت و ابتدا ۲۰۰۰۰ چرخه خمش و سپس ۳۰۰۰۰ چرخه دیگر اعمال شد، به طوری که مجموع تعداد چرخه های خمش به ۵۰۰۰۰ رسید. پس از پایان آزمون، نمونه از نظر ایجاد ترک، شکست، پوسته شدگی، تغییر شکل یا سایر آسیب های ظاهری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد هیچ گونه تغییر یا آسیب قابل مشاهده ای در نمونه چرم ماهی تیلاپیا ایجاد نشد که بیانگر انعطاف پذیری و دوام بسیار بالای این چرم در برابر خمش های مکرر است. بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۷۸، عدم مشاهده هرگونه تغییر پس از ۵۰۰۰۰ چرخه خمش به عنوان حداقل معیار قابل قبول برای چرم مورد استفاده در پوشاک در نظر گرفته شده است. از این رو، حفظ کیفیت ظاهری و ساختاری چرم ماهی تیلاپیا پس از ۵۰۰۰۰ چرخه خمش، که معادل ده برابر حداقل الزامات استاندارد است، نشان دهنده عملکرد مکانیکی بسیار مطلوب و قابلیت بالای این چرم برای کاربرد در صنعت پوشاک است.

۴-۳- مقایسه چرم ماهی با سایر چرم های طبیعی

چرم ماهی، علاوه بر برخورداری از ویژگی های ظاهری منحصر به فرد، از خواص مکانیکی مطلوبی نیز برخوردار است و می تواند در بسیاری از کاربردها عملکردی قابل رقابت با چرم های متداول داشته باشد. نتایج پژوهش ها نشان می دهد

که چرم ماهی، در ضخامت یکسان، از استحکام کششی بالاتری نسبت به چرم گاو برخوردار بوده و از نظر مقاومت مکانیکی، عملکردی مشابه چرم بز و چرم خوک دارد. همچنین، این چرم مقاومت مناسبی در برابر عملیات تکمیلی، از جمله رنگرزی و سایر فرایندهای نساجی، از خود نشان می‌دهد [۷].



شکل ۵. تست مقاومت خمشی چرم ماهی تیلاپیا

علاوه بر این، وجود مقادیر قابل توجهی از روغن‌های طبیعی در ساختار پوست ماهی، موجب افزایش مقاومت آن در برابر نفوذ آب و بهبود دوام چرم حاصل می‌شود. مجموعه این ویژگی‌ها بیانگر آن است که چرم ماهی، علاوه بر تأمین الزامات عملکردی موردنیاز در صنعت پوشاک، از ظرفیت بالایی برای ایجاد تنوع، خلاقیت و نوآوری در طراحی محصولات برخوردار است. در کنار ویژگی‌های فیزیکی و زیبایی‌شناختی، پایداری تأمین ماده اولیه نیز یکی از عوامل اساسی در توسعه کاربرد چرم ماهی در صنعت پوشاک محسوب می‌شود. تداوم دسترسی به پوست ماهی، حجم قابل توجه تولید و امکان تأمین مستمر این ماده اولیه، شرایط لازم برای تولید صنعتی

و معرفی گسترده چرم ماهی به طراحان و تولیدکنندگان پوشاک را فراهم می‌کند. بر اساس پیش‌بینی‌های مربوط به روند جهانی صید و آبی‌پروری، انتظار می‌رود تولید جهانی ماهی از حدود ۱۵۴ میلیون تن در سال ۲۰۱۱ به حدود ۱۸۶ میلیون تن تا سال ۲۰۳۰ افزایش یابد. همچنین پیش‌بینی می‌شود سهم آبی‌پروری از تولید جهانی ماهی تا سال ۲۰۳۰ به سطحی نزدیک به صید دریایی برسد. این روند افزایشی، ظرفیت تأمین پوست ماهی به‌عنوان یکی از محصولات جانبی صنعت شیلات را به‌طور چشمگیری افزایش داده و زمینه مناسبی برای توسعه تولید چرم ماهی و گسترش کاربرد آن در صنعت پوشاک فراهم می‌کند. با فرض آنکه حدود ۱۰ درصد از تولید جهانی ماهی به ضایعات فرآوری اختصاص یابد و بخش قابل توجهی از این ضایعات را پوست ماهی تشکیل دهد، برآورد می‌شود تا سال ۲۰۳۰ حدود ۱۰ میلیون تن پوست ماهی در جهان تولید شود که نزدیک به نیمی از آن مربوط به ماهیان پرورشی خواهد بود. این حجم قابل توجه از ماده اولیه، در کنار قابلیت برنامه‌ریزی و ثبات تولید در صنعت آبی‌پروری، نشان‌دهنده ظرفیت مناسب برای تأمین پایدار پوست ماهی از نظر حجم، کیفیت و تنوع است [۱۹]. در ایران نیز به‌واسطه توسعه صنعت آبی‌پروری، ظرفیت مناسبی برای تأمین پوست ماهی وجود دارد. بر اساس آمار منتشرشده از سوی سازمان شیلات، تولید گونه‌های مختلف ماهیان پرورشی، به‌ویژه قزل‌آلا، روندی رو به رشد داشته و ایران از تولیدکنندگان عمده این گونه در جهان به شمار می‌رود [۲۰].

این ظرفیت، همراه با امکان فرآوری پوست به چرم، زمینه مناسبی برای توسعه زنجیره ارزش محصولات جانبی شایلات و تأمین پایدار ماده اولیه مورد نیاز صنعت چرم فراهم می‌سازد. در مجموع، شواهد موجود نشان می‌دهد که چرم ماهی، علاوه بر برخورداری از ویژگی‌های مکانیکی و زیبایی‌شناختی مطلوب، از منظر دسترسی و پایداری تأمین ماده اولیه نیز

ظرفیت بالایی برای توسعه دارد. از این رو، این ماده می‌تواند به‌عنوان یک جایگزین پایدار، نوآورانه و ارزشمند در تولید پوشاک و سایر محصولات چرمی مورد استفاده قرار گیرد و محدودیت قابل توجهی از نظر تأمین ماده اولیه برای تولیدکنندگان ایجاد نکند.

جدول ۱: نتایج آزمایش فیزیکی چرم ماهی و مقایسه آن با استاندارد ایران و استاندارد اتحادیه اروپا (نگارنده)

ردیف	ویژگی / شرح آزمون	نتایج آزمون عملی چرم ماهی	استاندارد ایران		استاندارد اروپا
			چرم بز و بره	چرم گاو و گوساله	چرم پایان یافته
1	مقاومت به گسیختگی (N/mm ²)	176.4	حداقل 15	حداقل 18	1200 (N/cm ²) یا 12 (N/mm ²)
2	ازدیاد طول در نقطه پارگی (%)	69.09	50-90	40-90	حداکثر 60 درصد
3	مقاومت به جرخوردگی تک‌زبانه (N/mm)	81.66	حداقل 20	حداقل 20	----
4	مقاومت به جرخوردگی دوزبانه (N/mm)	240.54	حداقل 150	حداقل 150	حداقل 200
5	مقاومت دوخت (N/cm)	1176	-	-	-
6	مقاومت خمشی 50000 دور	حداقل 50000	حداقل 50000	حداقل 50000	دور تغییر دیده نشود بعد از 5000
7	تست مالشی خشک 50 دور	5	--	--	کمتر از 3 نباشد
8	تست مالشی مرطوب 50 دور	4	--	--	کمتر از 3 نباشد
9	ضخامت (mm)	0.4	حداقل 0.7	حداقل 0.7	----

بررسی منابع و استانداردهای موجود نشان می‌دهد که با توجه

به نوظهور بودن کاربرد چرم ماهی در صنعت پوشاک، تاکنون

استاندارد اختصاصی و مستقلی برای ارزیابی این نوع چرم، چه در ایران و چه در سطح بین‌المللی، تدوین نشده است. از این رو، مناسب‌ترین روش برای ارزیابی کیفیت و قابلیت کاربرد چرم ماهی، مقایسه نتایج آزمون‌های فیزیکی و مکانیکی آن با استانداردها و الزامات تعیین‌شده برای چرم‌های متداول مورد استفاده در پوشاک است. همان‌گونه که نتایج ارائه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد، چرم ماهی تیلپیا تقریباً تمامی الزامات استاندارد ملی ایران برای چرم پوشاک را برآورده کرده است. همچنین، در مقایسه با الزامات استانداردهای اروپایی مربوط به چرم مورد استفاده در پوشاک، این چرم در تمامی شاخص‌های مورد بررسی، به‌جز آزمون درصد افزایش طول در هنگام پارگی، با معیارهای تعیین‌شده مطابقت دارد. با این حال، مقدار به‌دست‌آمده در آزمون افزایش طول نیز در محدوده‌ای نزدیک به مقادیر مرجع استاندارد قرار دارد و از نظر عملکرد مکانیکی، تفاوت قابل توجهی با الزامات مورد انتظار نشان نمی‌دهد. در مجموع، نتایج آزمون‌های انجام شده بیانگر آن است که چرم ماهی تیلپیا از نظر خواص مکانیکی، دوام، انعطاف‌پذیری و ثبات رنگ، کیفیت مطلوبی برای استفاده در صنعت پوشاک دارد. بنابراین، این نوع چرم می‌تواند به‌عنوان یک ماده اولیه مناسب، پایدار و دارای قابلیت رقابت با چرم‌های متداول، در طراحی و تولید پوشاک و سایر محصولات چرمی مورد استفاده قرار گیرد.

۵- نتیجه‌گیری

روند کنونی توسعه در بسیاری از صنایع، از جمله صنعت

پوشاک، با اصول توسعه پایدار همسو نیست و پیامدهای زیست‌محیطی قابل توجهی به همراه دارد. صنعت پوشاک از دو جنبه مصرف گسترده منابع و مواد اولیه و دوم، حجم بالای ضایعات و پسماند در زمره صنایع ناپایدار قرار می‌گیرد. در این میان، مد پایدار با تأکید بر طراحی، تولید، مصرف و مدیریت پس از مصرف بر پایه اصول پایداری، در پی ایجاد تعادل میان ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، بدون کاستن از ارزش‌های زیبایی‌شناختی، خلاقیت و نوآوری در طراحی است. در همین راستا چرم ماهی با توجه به ویژگی‌های ظاهری، تنوع نقش و بافت، رنگ و سبکی می‌تواند ظرفیت بالایی برای استفاده در صنعت پوشاک داشته باشد. تنوع گونه‌های ماهی، شرایط زیستی و ویژگی‌های طبیعی پوست، موجب ایجاد جلوه‌های بصری منحصر به فردی می‌شود که این چرم را به گزینه‌ای جذاب برای طراحی محصولات نوآورانه و لوکس تبدیل کرده است. همچنین به‌منظور ارزیابی قابلیت کاربرد چرم ماهی در پوشاک، در این پژوهش مجموعه‌ای از آزمون‌های فیزیکی و مکانیکی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۷۸ بر روی چرم ماهی تیلپیا انجام شد. این آزمون‌ها شامل استحکام کششی، افزایش طول در هنگام پارگی، مقاومت در برابر پارگی، مقاومت در برابر خمش، مقاومت دوخت و آزمون‌های ثبات رنگ در برابر مالش خشک و مرطوب بود. نتایج حاصل نشان داد که چرم ماهی تیلپیا در اغلب شاخص‌های مورد بررسی، الزامات استاندارد ملی ایران و همچنین معیارهای رایج اروپایی برای چرم مورد استفاده در

ویژگی های فنی، زیبایی شناختی و قابلیت تأمین پایدار، ظرفیت بالایی برای استفاده در صنعت پوشاک دارد. توسعه کاربرد این ماده می تواند ضمن ایجاد ارزش افزوده برای محصولات جانبی صنعت شیلات، به تحقق اهداف توسعه پایدار در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی کمک کرده و زمینه ساز گسترش نوآوری و تنوع در طراحی و تولید محصولات مد و پوشاک باشد.

۶- منابع

- [1] Afrashteh S, Mansouri Ghara A, Ghareh Hajlou MI, Hajhashemi A, Habibi R, Valipour P, et al. Modular fashion design using three-dimensional printing technology: A novel approach to sustainable fashion and clothing. *Journal of Textile and Apparel Science and Technology*. 2023;13(3):95-123.
- [2] Mojerloo M. How and by what tools is sustainable development achieved? The puzzle of a sustainable society. *Tejarat-e Farda Weekly*. 2016;(213).
- [3] Iran S, Samiei Y. *The Little Book of Sustainable Fashion: Scientific Articles and Introduction to Designers Active in Sustainable Fashion*. 1st ed. Tehran: Jamal Honar Publishing Institute; 2021. p. 179.
- [4] Mohammadi V, Ekrami E, Mohammadi H, Moradhosseini M. Identification of factors affecting the fashion and apparel industry with an environmental sustainability approach. *Journal of Textile and Apparel Science and Technology*. 2020;9(33):21-29.
- [5] Cimatti B, Campana G, Carluccio L. Eco design and sustainable manufacturing in fashion: A case study in the luxury personal accessories industry. In: *Proceedings of the 14th Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM)*; Stellenbosch, South Africa. 2017. p. 393-397.

پوشاک را برآورده می کند و در برخی آزمون ها عملکردی فراتر از مقادیر مرجع استاندارد دارد. این نتایج بیانگر آن است که چرم ماهی تیلاپیا از نظر خواص مکانیکی، دوام، انعطاف پذیری و ثبات رنگ، ماده اولیه ای مناسب برای تولید پوشاک محسوب می شود. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می دهد که ایران از ظرفیت مناسبی برای تولید و فراوری پوست ماهی به چرم برخوردار است و چرم ماهی، به ویژه چرم تیلاپیا، از نظر

- [6] Eifler C, Diekamp K. The difficulties of sustainable consumption of clothing. In: *Proceedings of the 3rd International Sustainability Conference*; 2012 Aug 29–31; Basel, Switzerland. 2012.
- [7] Figueredo T, Silva N. The possible use of fish leather in lingerie confection: Approach to the Amazon. In: *Textiles, Identity and Innovation: Design the Future*. 2021. p. 347-352.
- [8] Palomino E. *SDG 14 Life Below Water: Introducing Fish Skin as a Sustainable Raw Material for Fashion*. London: University of the Arts London; 2019. p. 6.
- [9] Palomino E, Káradóttir MK. The case of fish skin: A historical material assimilated as an innovative sustainable material for fashion. 2021. Available from: <https://ualresearchonline.arts.ac.uk>
- [10] Palomino E, Boon J. Preservation of the Hezhe people's fish skin tradition through fashion education. In: *D-TEX Textiles, Identity and Innovation International Textile Design Conference*; 2019; Lisbon, Portugal.
- [11] Ahmadi M, Kordjazi M, Shabanpour B, Alishahi A, Mirsadeghi H. Effect of chrome salt on leather prepared from Siberian sturgeon fish skin and evaluation of its quality. *Journal of Aquaculture and Fisheries Management*. 2019;8(2):41-51. [In Persian].
- [12] Farahani MD, Dastjerdi R. Bio-waste-based sequin fabrics to control interior noise pollution.

International Journal of Environmental Science and Technology. 2024 Nov;21(15):9447-58.

[13] Adnan A. *The History, Art and Culture of Jewelry*. 2018. p. 4-8.

[14] Fish Skin Lab. John Galliano Fishskin Winter 2002 [Internet]. Available from: <https://www.fishskinlab.com/87/john-galliano-fishskin-winter-2002>. Accessed 2025 Jan 20.

[15] Shamena S, Kerebo B, Abiyu A. A review of bio-tanning materials for processing fish skin into leather. *International Journal of Engineering Trends and Technology*. 2016;39(1).

[16] Mares C, Martí J, Alanis López E, Barajas R, Ramírez GJA, Rodríguez VM, et al. The use of fish skin as a product for leather manufacturing: An under-developed business opportunity in Mexico. 2015.

[17] Griyanitasari G, Pahlawan IF, Lestari UR. Application of Tegeran (*Maclura cochinchinensis*) bark as a natural tanning agent

for the quality of tilapia fish skin. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 2020;35(2):55-62.

[18] Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). Standard No. 78: Apparel Leather—Specifications and Test Methods [Internet]. Available from: <https://standard.inso.gov.ir/StandardView.aspx?Id=42703>. Accessed 2025 Jan 20.

[19] Sahubawa L, Atmoko CR, Sasongko S. Application of technology to increase economic value and consumer preferences of tilapia, stingray and cow leather products. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;919(1):012032.

[20] Eghtesad Online. Iran ranks first in production but last in fish consumption [Internet]. Available from: <https://www.eghtesadonline.com/fa/news/389435>. Accessed 2025 Jan 20.