مجله علوم و فناوری نساجی
سال دوم، شماره ۴، شماره پیاپی ۵
صفحه ۲۱۵-۲۰۹، ۱۳۹۱
ISSN: ۲۱۵۱-۷۱۶۲

استخراج و طبقه‌بندی تصاویر طرح سنگ‌شور پوشاک جین با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی K-means

Extracting and Clustering Stone-Wash Design in Jeans Images Using K-means Algorithm

زینب مزدک، پدرام پیوندی*، علی اصغر علمدار یزدی

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

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۹/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۲۰

چکیده

با توجه به استقبال گسترده نسل جوان از پوشاک جین و به‌طور ویژه شلوارهای جین، طراحی و کنترل کیفیت این لباس‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. با توجه به اهمیت این موضوع در صنعت پوشاک، هنوز طبقه‌بندی خاصی برای طرح‌های سنگ‌شور مورد استفاده در شلوار جین ارائه نشده است. در این مقاله، از ۳۰۶ طرح سنگ‌شور جلو و پشت شلوار جین در شرایط یکسان نورپردازی، تصویربرداری شد. پس از پیش‌پردازش تصاویر، با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی K-means، طرح سنگ‌شور جداسازی شد و در نهایت با استفاده از خوشه‌بندی K-means، تقسیم‌بندی طرح‌های سنگ‌شور بخش‌های جلو و پشت شلوار انجام شد. برای تعیین خوشه‌بندی بهینه طرح‌های سنگ‌شور، برنامه خوشه‌بندی طرح‌های سنگ‌شور بخش‌های جلو و پشت شلوار، ۱۰۰ مرتبه اجرا شد و با توجه به شاخص اعتبارسنجی دیویس- بولدین (DB)، بهترین خوشه‌بندی انتخاب و با خوشه‌بندی چشمی (بصری) مقایسه شد. نتایج حاکی از این است که روش خوشه‌بندی K-means تا ٪۶۰ با روش خوشه‌بندی چشمی مطابقت دارد.

کلمات کلیدی
سنگ‌شور جین،
الگوریتم K-means،
پردازش تصویر،
خوشه‌بندی

مقدمه

طراحی محصول مهم‌ترین عامل اثرگذار در مقبولیت آن است. ظاهر محصول ارزش‌های ویژه‌ای را منعکس می‌کند که باعث القای مفاهیم مختلف می‌شود، برای افرادی که آن را پوشـــیده‌اند یا به آن نگاه می‌کنند. در عصر حاضر هنر طراحی لباس به دلیل کاربرد آن در زوایای مختلف زندگی انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در طراحی شلوار جین پارامترهای متعددی اثرگذار است که با توجه به این پارامترها می‌توان طرح‌هایی را با تنوع زیاد ارائه کرد. یکـــی از راه‌های ایجاد تغییر و تنوع در این لباس‌ها، ارائه طرح‌های مختلف روی آنها با استفاده از روش‌های مختلف سنگ‌شور است.

به عبارت دیگر، سنگ‌شـــور می‌تواند بیان‌کننده تنوع در ظاهر پوشـــاک جین باشـــد. یکی از راه‌های تجزیه و تحلیل ظاهر پوشاک، بررسی تصویر آن است. با تحلیل و بررسی تصویر طرح سنگ‌شور جین می‌توان به مشخصات ظاهری محصول پی برد. زیرا مشـــخصات سنگ‌شور در تصویر آن نمایان اســـت. پردازش تصویر سنگ‌شـــور می‌توانـــد اطلاعات مهمی درباره ظاهر و طراحی آن در اختیار ما قرار دهد. در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر در صنعت نســـاجی و پوشـــاک برای تجزیه و تحلیل ویژگی‌های ظاهری پوشـــاک و پارچه مورد توجه قرار گرفته است.

Owczarek و Masajtis برای بررسی یکنواختی ساختار پارچه‌های جین، از روش قطعه‌بندی تصویر استفاده کردند. در این مطالعه، ابتدا یکنواختی پوشانندگی نخ‌های

*مسئول مکاتبات، پیام‌نگار: peivandi@yazduni.ac.ir

پود در پشت پارچه بررسی و سپس یکنواختی ساختار نخ‌های تار و پود به وسیله پردازش تصویر اندازه‌گیری شد. پس از پیش‌پردازش تصاویر برای حذف نویز و بهبود کیفیت تصویر، مناطق تیره تصویر برای بررسی استخراج شدند. بدین منظور از قطعه‌بندی تصویر استفاده شد. آزمایش این روش روی پارچه مدل نشان داد، مشکل ناهمگنی پارچه مربوط به اختلالات نخ‌های آن است [۱].

در پژوهشـــی که در سال ۲۰۰۶ انجام شـــد، از روش‌های پردازش تصویر برای استخراج طرح پارچه استفاده شد. روش به‌کار گرفته شده برای قطعه‌بندی تصویر، روش تقسیم‌بندی بدون ناظر تصویر بر اساس مدل گوســـی اســـت [۲]. در پژوهشی دیگر در ســـال ۲۰۰۸ از روش قطعه‌بندی تصویر برای اندازه‌گیری چروک در پارچه استفاده شد. بدین منظور پنجاه نمونه مختلف پارچه پنبه‌ای، پشـــمی، پلی‌استر، نایلون، ابریشم و ویسکوز آماده و آزمایش شدند. نتایج عددی با نتایج حاصل از قطعه‌بندی تصویر مقایسه و مشخص شد، هماهنگی خوبی بین ارزیابی چروک با استفاده از هر دو روش وجود دارد[۳]. همچنین، در پژوهشی که در سال ۲۰۰۹ انجام شد، برای بررسی سطح مقطع عرضی الیاف و شکل آنها از الگوریتم قطعه‌بندی استفاده شد[۴].

در صنعت نساجی و پوشاک، پژوهش‌های زیادی روی تشخیص خودکار عیب پارچه انجام شده است. با این حال برای ارزیابی بخیه‌ها و درز لباس‌ها طراحی ویژه‌ای انجام نشده است. در مطالعه‌ای که Yuen و همکاران برای بازرسی دوخت پارچه‌های حلقوی انجام داده‌اند، از روش قطعه‌بندی برای شناســـایی مناطق عیب درز یا بخیه استفاده شد. نقاط دارای عیوب درز یا بخیه به عنـــوان نقاط هدف و بقیه نقاط به عنوان پس‌زمینه تعریف شـــدند. در نهایت ۹ مشخصه از قطعه‌بندی تصویر به‌دست آمد و برای طبقه‌بندی و تشخیص شیء از شبکه عصبی داده استفاده شد[۵].

در سال ۲۰۱۰ روش جدیدی برای قطعه‌بندی تصویر معرفی شد که بر اساس ویژگی‌های رنگ تصویر ارائه شد. در این روش با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی K-means نقاط تصویر از لحاظ رنگ و موقعیت پیکسل رنگی قطعه‌بندی شدند. مزیت استفاده از این روش عدم نیاز به اطلاعات اولیه برای قطعه‌بندی تصویر است[۶].

در پژوهش Chandhok و Scholar از روشی استفاده شد که بر اساس ویژگی‌های رنگ، قطعه‌بندی انجام می‌شد. روش کار شامل دو مرحله بود. در مرحله اول پیکسل‌ها بر اساس رنگ و ویژگی‌های فضایی آنها خوشه‌بندی شدند، سپس بلوک‌های خوشه‌بندی شده به تعداد مشخصی منطقه تقسیم شدند[۷]. Kumar برای خوشه‌بندی عیوب منسوجات از شبکه عصبی استفاده کرد. هر عیب پارچه، آرایش سطح خاکستری پیکسل‌های همسایه را تغییر می‌داد و از این تغییر برای خوشه‌بندی عیوب استفاده می‌شد. نتایج تجربی نشان داد، استفاده از این روش برای تشخیص نقص پارچه‌های مختلف کارایی زیادی دارد[۸].

هدف از این پژوهش استفاده از روش خوشه‌بندی K-means، برای استخراج و طبقه‌بندی طرح سنگ‌شور شلوار جین است. الگوریتم K-means یکی از پرکاربردترین الگوریتم‌های خوشه‌بندی مسطح است که با استفاده از اختلاف فاصله برداری داده‌ها از یکدیگر داده‌ها را به تعداد خوشه از پیش تعیین شده نسبت می‌دهد. ابتدا از نمونه‌ها در شرایط نورپردازی یکسان تصویربرداری شد. سپس، با استفاده از پیش‌پردازش تصویر نقاط مؤثر تصویر شناسایی و برای قطعه‌بندی به الگوریتم K-means تغذیه شد. خروجی الگوریتم شامل زمینه تصویر، بدنه شلوار و طرح سنگ‌شور است. در مرحله بعد پس از اینکه طرح سنگ‌شور تمام تصاویر مشخص شد، از خوشه‌بندی K-means برای جداسازی و طبقه‌بندی طرح‌های سنگ‌شور به‌دست آمده استفاده شد.

پوشاک جین

پوشاک جین یکی از متداول‌ترین پوشش‌هایی است که مورد استقبال جوانان قرار می‌گیرد و در این بین شلوار جیـــن به دلیل متناسب‌بودن با سلیقه این قشر بیشتر مورد توجه بوده است، چرا که این نوع شلوار با همه جنس لباس مطابقت دارد و به اصطلاح همه‌جاپـــوش است. در گذشته شلوار جین را شلواری می‌دانستند که از پارچه‌ای سفت و سنگین با بافت سرژه تهیه شده باشد که اغلب برای یونیفرم‌ها و لباس‌های کار استفاده می‌شد. این کالا را Strauss Levis در سال ۱۸۵۳ برای کارگران معدن ابداع کرد. به دلیل محبوبیت این محصول در بین معدن‌کاران، این طرح در سال۱۸۷۳ به ثبت رسید و تولید انبوه آن در سال ۱۸۷۶ آغاز شد. این محصول با تغییرات و پیشرفت‌های زیادی که داشته هنوز هم به نام Levis شناخته می‌شود.

امروزه شلوارجین، شلواری است از پارچه‌ای به نام Denim با تراکم و استحکام زیاد که مشخصه آن به‌کارگیری سامانه رنگرزی ایندیگو در نخ تار و پود است. معمولاً به رنگ آبی بوده و به دلیل راحتی و کیفیت مناسب آن همه می‌توانند از آن استفاده کنند. افزون بر این، روی آن تکمیل‌های شیمیایی و فیزیکی ویژه‌ای نیز انجام می‌شود که از آن جمله می‌توان به سنگ‌شور، سفیدگری، شست‌وشوی آنزیمی و ایجاد طرح با استفاده از لیزر اشاره کرد که در اصطلاح عام این تکمیل‌ها با نام سنگ‌شور شلوار جین شناخته‌می‌شود[۹].

نیروی پیش‌برنده اصلی برای رشد صنعت جین، اسلوب جدید و مد است. یکی از راه‌های ایجاد تغییر و تنوع در این لباس‌ها، ارائه طرح‌های مختلف روی آن‌ها با استفاده از روش‌های مختلف سنگ‌شور است. به عبارت دیگر، سنگ‌شـــور خود روش ایجاد طرحی جدید روی شـــلوار جین است، اما با توجه به استقبال گسترده از این لباس‌ها در بازارهای جهانی، هنوز طبقه‌بندی خاصی برای طرح‌های سنگ‌شور مورد استفاده ارائه نشـــده است. نمونه‌هایی ازسنگ‌شورهای متفاوت به‌کار رفته روی شلوار جین در شکل۱ آمده است.

الگوریتم خوشه‌بندی K-means

خوشه‌بندی یا تحلیل خوشه‌ای، شاخه‌ای از علم تحلیل داده‌هاست که با استفاده از ویژگی مشترک داده‌ها و بدون نیاز به اطلاعات پیش‌فرض، داده‌ها را به تعداد خوشه از پیش‌تعیین شده نسبت می‌دهد. به‌طور خلاصه الگوریتم خوشه‌بندی K-means به شرح زیر است:

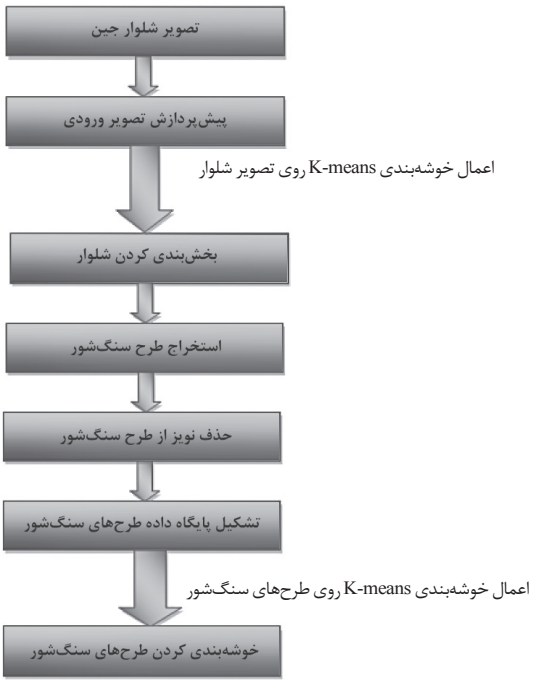
۱- انتخاب K داده به عنوان مرکز خوشه‌ها،

۲- تعیین فواصل سایر داده‌ها با مراکز خوشه‌ها،

شکل ۱- سنگ‌شور شلوار جین.

۳- قرارگیری داده‌ها در خوشه‌ای که به مرکز آن خوشه نزدیک‌اند،
۴- محاسبه میانگین هر خوشه به عنوان مرکز جدید خوشه و
۵- تکرار مرحله دوم تا چهارم تا مشاهده عدم تغییر در خوشه‌ها[۱۰،۱۱].
شاخص‌های اعتبارسنجی برای سنجش مقدار صحت نتایج خوشه‌بندی به منظور مقایسه روش‌های خوشه‌بندی مختلف یا مقایسه نتایج حاصل از یک روش با پارامترهای مختلف استفاده می‌شود.

طبق تعریف، خوشه‌بندی مطلوب است که در آن فاصله مراکز خوشه‌بندی از یکدیگر زیاد بوده و مقدار پراکندگی داده‌ها در درون هر خوشه کم باشد. یکی از این شاخص‌های ارزیابی خوشه‌بندی، شاخص دیویس-بولدین (Davies-Bouldin ،DB) است. این معیار از شباهت بین دو خوشه (R_{ij}) استفاده می‌کند که بر اساس پراکندگی خوشه iام



شکل ۲- مراحل خوشه‌بندی طرح سنگ‌شور شلوار جین.

(S_i) و عدم شباهت بین دو خوشه i و j (d_{ij}) تعریف می‌شود که شاخص دیویس- بولدین برای خوشه‌بندی به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$DB = \frac{1}{n_c}\sum_{i=1}^{n_c} R_i \qquad (۱)$$

که در آن n_c تعداد خوشه‌هاست و R_i به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$R_i = \max_{j=1\ldots n_c, i\neq j}\left(R_{ij}\right), i = 1 \ldots n_c \qquad (۲)$$

در معادله (۲)، R_{ij} شباهت بین دو خوشه است که به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$R_{ij} = \frac{S_i + S_j}{d_{ij}} \qquad (۳)$$

که در آن d_{ij} و S_i با معادله‌های زیر محاسبه می‌شوند:

$$d_{ij} = d(v_i, v_j) \qquad (۴)$$

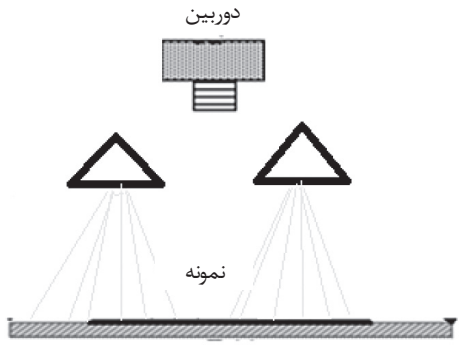
در معادله (۴) تابع d تابع فاصله و V_i و V_j به ترتیب مراکز خوشه i ام و j ام هستند که در نتیجه d_{ij} فاصله بین مراکز خوشه i ام و j ام خواهد بود:

$$S_i = \frac{1}{\|C_i\|}\sum_{x\in C_i} d(x, v_i) \qquad (۵)$$

در معادله (۵) منظور از C_i تعداد داده‌ها در خوشه iام و V_i مرکز خوشه iام است. این شاخص در واقع میانگین شباهت بین هر خوشه با شبیه‌ترین خوشه به آن را محاسبه می‌کند. بهینه‌ترین حالت خوشه‌بندی زمانی حاصل می‌شود که فاصله درون‌خوشه‌ای کمترین و فاصله بین‌خوشه‌ای بیشترین مقدار را داشته باشد. با توجه به تعاریف گفته شده می‌توان دریافت، هرچه مقدار این شاخص کمتر باشد، خوشه‌های بهتری تولید شده است[۱۲].

جدول ۱- مشخصات نمونه‌ها و شرایط آزمون.

مشخصه	شرایط یا مقدار
تعداد نمونه	۱۵۳ شلوار دارای طرح سنگ‌شور جلو و پشت
نوع دوربین	Nikon Coolpix p80
دقت دوربین	۱۰ مگاپیکسل
نوع حسگر نوری	CCD
فاصله منبع نور تا نمونه (cm)	۷۵
فاصله دوربین تا نمونه (cm)	۱۳۰
فضا رنگ استفاده شده	RGB



شکل۳- نحوه عکس‌برداری از نمونه‌های شلوار جین.

روش پژوهش

در این بخش عملکرد الگوریتم خوشه‌بندی K-means، برای استخراج و خوشه‌بندی طرح سنگ‌شور شلوار جین بررسی می‌شود. خوشه‌بندی طرح‌های سنگ‌شور شلوار جین، مراحل مختلفی را شامل می‌شود که در شکل ۲ نشان داده شده است.

ابتدا از نمونه شلوارهای جین دارای طرح سنگ‌شور جلو و پشت، در شرایط نورپردازی یکسان با دوربین تصویربرداری شد. سپس، با استفاده از پیش‌پردازش تصاویر شلوار جین، بسیاری از ویژگی‌های تصویر ارتقا یافت. اهداف کلی این مرحله را می‌توان ارتقای تصویر و حذف مؤلفه‌های غیرضروری آن دانست. در این مرحله با اجرای هیستوگرام محلی روی تصویر اولیه شلوار جین، بسیاری از ویژگی‌های تصویر، بهبود یافته تا در مرحله بعد که شامل قطعه‌بندی تصاویر است، نتایج مطلوبی ارائه شود.

روش پردازش هیستوگرام محلی که تباین (contrast) یک ناحیه کوچک از تصویر را ارتقا می‌دهد، ارتقای تباین سازگار نیز نامیده می‌شود. این روش مبتنی بر استفاده از یک عملگر نقابی است. ساده‌ترین روش ارتقای تباین سازگار، انجام اصلاح هیستوگرام روی بلوک‌های کوچک تصویر است.

در مرحله بعدی با استفاده از الگوریتم K-means، تصویر شلوار قطعه‌بندی می‌شود که این قطعات شامل زمینه تصویر، بدنه شلوار و طرح سنگ‌شور است. سپس، از بین قطعات با توجه به تفاوت در سطح روشنایی قطعات، قطعه از سایر بخش‌های تصویر جدا می‌شود. در مرحله بعد فیلتر میانه روی تصاویر سنگ‌شور استخراج شده اعمال می‌شود تا نویزها از تصاویر حذف شود. فیلتر میانه یک فیلتر غیرخطی است که براساس مرتب‌سازی پیکسل‌های درون نقاب و جایگزینی مقدار میانه به جای پیکسل مرکزی فیلتر عمل می‌کند. فیلتر میانه به ازای نوع خاصی از نویزهای تصادفی، عملکردی مناسب در کاهش نویز دارد. مراحل گفته شده برای تمام تصاویر شلوار تکرار می‌شود و بانک داده شامل تمام طرح‌های سنگ‌شور تشکیل می‌شود. در نهایت با اعمال الگوریتم خوشه‌بندی K-means روی این بانک داده، طرح‌های سنگ‌شور طبقه‌بندی می‌شوند.

آزمون‌ها

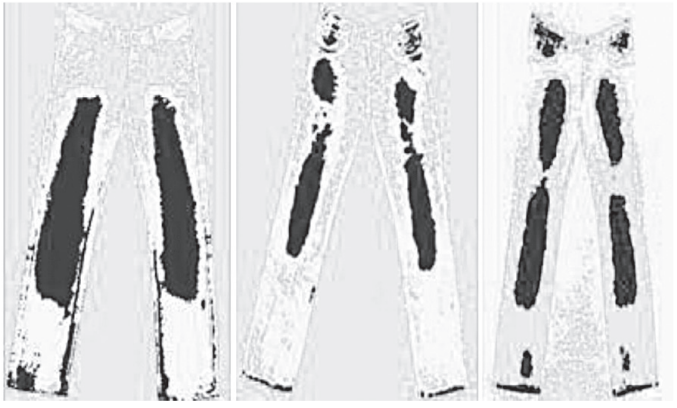
نمونه شلوارهایی از کارخانه‌های پاتن جامه، شرق جامه و یزدباف تهیه شد. برای تهیه تصویر از نمونه‌ها، از ۱۵۳ شلوار دارای طرح سنگ‌شور جلو و پشت (۳۰۶ طرح سنگ‌شور) در شرایط یکسان نورپردازی، در اتاقک کاملاً تاریک عکس‌برداری شد. برای استخراج بهتر طرح سنگ‌شور، نوردهی مستقیم به نمونه‌ها به کمک دو منبع نور سفید غیرقطبنده انجام شد. مشخصات نمونه‌ها و شرایط آزمون در جدول ۱ آمده است. شکل ۳ نحوه عکس‌برداری را از نمونه‌ها نشان می‌دهد.

پس از تهیه تصویر از نمونه‌ها، با استفاده از نرم‌افزار MATLAB، تصاویر شلوار جین پیش‌پردازش شد که در این مطالعه، این عمل با اجرای هیستوگرام محلی روی تصویر اولیه شلوار جین با استفاده از بلوک ۷×۷ انجام شد. در ادامه با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی K-means، تصاویر شلوار جین به کمک نرم‌افزار MATLAB قطعه‌بندی شدند که خروجی این الگوریتم شامل زمینه تصویر، بدنه شلوار و طرح سنگ‌شور است.

شکل ۴- الف و ب به ترتیب تصویر شلوار جین و تصویر حاصل پس از اعمال هیستوگرام محلی و الگوریتم خوشه‌بندیK-means را نشان می‌دهد.

سنگ‌شور شلوار جین در واقع برداشت رنگینه از سطح پارچه به کمک روش‌های شیمیایی و مکانیکی مختلف است که در نهایت سطحی روشن‌تر از سطح اولیه پارچه را ایجاد می‌کند. با توجه به

(الف)



(ب)

شکل۴- (الف) تصویر شلوار جین و (ب) تصویرحاصل پس از اعمال هیستوگرام محلی و الگوریتم خوشه‌بندی K-means.

شکل۵- طرح سنگ‌شور استخراج‌شده از شلوار جین.

همین ویژگی بخش‌های سنگ‌شور، پس از قطعه‌بندی تصاویر با توجه به اینکه مناطق سنگ‌شور روشنایی زیادی نسبت به سایر مناطق شلوار دارند، دارای بیشینه مقدار مرکز خوشه در بین خوشه‌هاست، پس می‌توان قسمت سنگ‌شور را از بقیه نواحی مجزا کرد و نمایش داد. شکل ۵ مناطق سنگ‌شور استخراج شده از تصاویر شکل ۴- ب را نشان می‌دهد. پس از استخراج طرح سنگ‌شور برای داشتن شرایط یکسان برای خوشه‌بندی تصاویر شلوار جین و نتیجه‌گیری بهتر، ابتدا با استفاده از نرم‌افزار ACDSee pro5 اندازه همه تصاویر ۳۰۰ ×۴۰۰ پیکسل انتخاب و سپس برای حذف نویز از تصاویر، فیلتر میانه روی آن‌ها اعمال شد.

پس از اینکه طرح سنگ‌شور تمام تصاویر مشخص شد، طرح‌ها به شکل پایگاه داده طرح‌های سنگشور ذخیره شدند تا در مراحل بعد بازخوانی شده و برنامه خوشه‌بندی روی آن‌ها اجرا شود. پیش از اجرای مرحله آخر که شامل اعمال الگوریتم K-means روی تصاویر نهایی برای خوشه‌بندی‌کردن آنهاست، تصاویر سنگ‌شور شلوارهای جین به‌طور چشمی و توسط افراد آگاه در این زمینه خوشه‌بندی شدند. برای ارزیابی چشمی طرح‌های سنگ‌شور و خوشه‌بندی‌کردن آن‌ها، به علت نبود استانداردی در این زمینه، از استاندارد مربوط به ارزیابی صافی ظاهر درزهای دوخت در پارچه استفاده شد[۱۳]. ۱۰ مشاهده‌کننده آگاه در زمینه سنگ‌شور و ویژگی‌های آن، طرح‌های سنگ‌شور را دسته‌بندی کردند. پس از میانگین‌گیری از خوشه‌بندی‌های به‌دست آمده، تعداد خوشه مورد نیاز برای اعمال خوشه‌بندیK-means روی تصاویر به‌دست آمد.

بر این اساس، تعداد خوشه برای خوشه‌بندی جلو شلوار ۳ و برای پشت شلوار ۵ انتخاب شد. در مرحله آخر تصاویر سنگ‌شور شلوار جین با درنظر گرفتن این تعداد خوشه، خوشه‌بندی شدند. برای تعیین خوشه‌بندی بهینه طرح‌های سنگ‌شور، الگوریتم خوشه‌بندی طرح‌های سنگ‌شور برای بخش‌های جلو و پشت شلوار با تعداد خوشه‌بندی به‌دست آمده از ارزیابی چشمی، ۱۰۰ مرتبه اجرا شد و هر بار شاخص ارزیابی DB خوشه‌بندی نیز محاسبه و ذخیره شد. در پایان خوشه‌بندی که دارای کمترین مقدارDB بود، به عنوان بهترین خوشه‌بندی طرح‌های سنگ‌شور انتخاب شد.

نتایج و بحث

پس از خوشه‌بندی چشمی، تعداد خوشه برای اعمال خوشه‌بندی K-means برای بخش‌های جلو و پشت شلوار به ترتیب ۳ و ۵ درنظر گرفته شد. پس از ۱۰۰ مرتبه اجرای برنامه خوشه‌بندی طرح‌های سنگ‌شور بخش جلو شلوار و محاسبه DB در هر مرحله، کمترین مقدار DB، ۲/۷۷۰۷ بوده و تعداد طرح‌ها در خوشه‌های اول، دوم و سوم به ترتیب ۳۸، ۳۱ و ۷۸ طرح است.

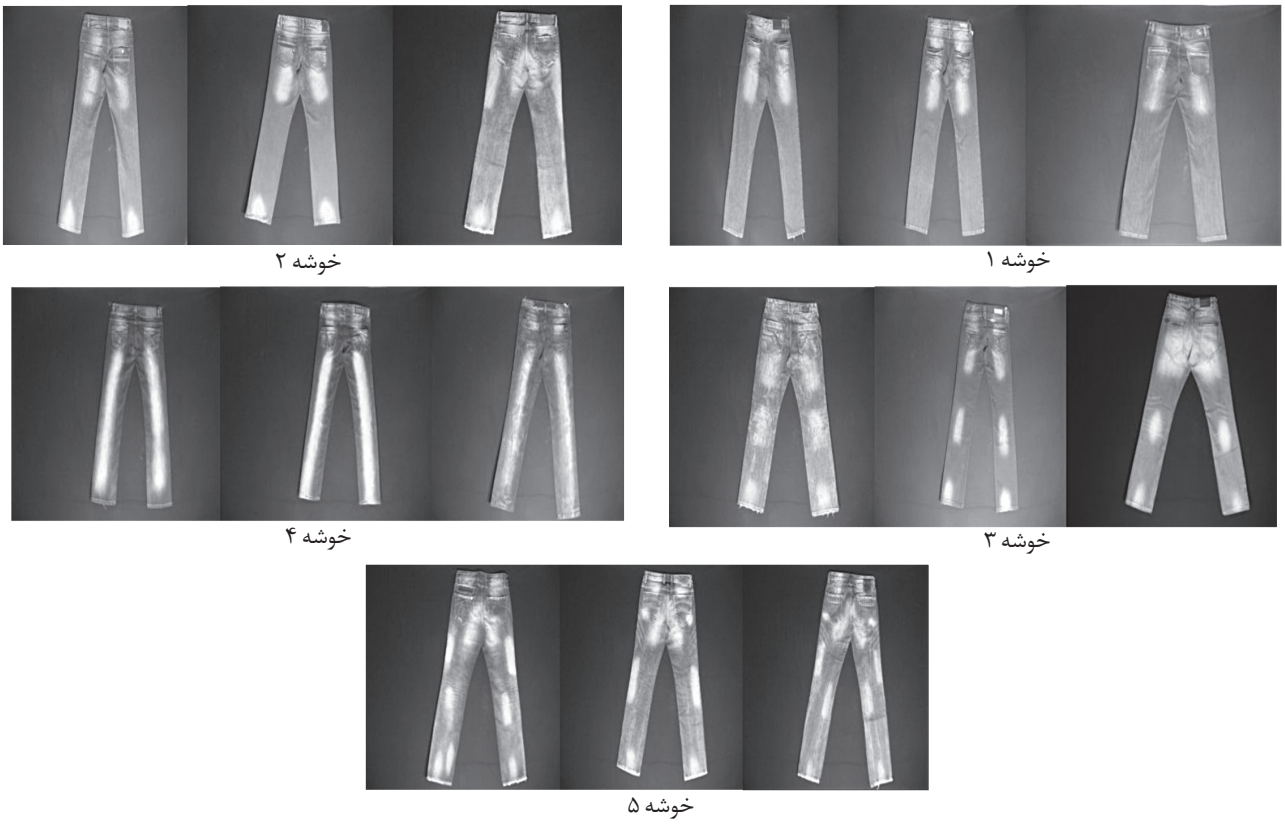
برای بخش پشت شلوار نیز پس از ۱۰۰ مرتبه اجرای خوشه‌بندی، کمترین مقدار DB، ۲/۳۲۴۹ به‌دست آمد و هر خوشه به ترتیب شامل ۲۳، ۳۱، ۵۸، ۶ و ۵ طرح است. پس از خوشه‌بندی طرح‌های سنگ‌شور به کمک الگوریتم K-means، با مقایسه طرح‌های سنگ‌شوری که در خوشه‌بندی چشمی و خوشه‌بندی K-means قرار گرفته‌اند، درصد مطابقت روش خوشه‌بندی چشمی و روش خوشه‌بندی K-means به‌دست آمد. برای محاسبه مقدار مطابقت، در خوشه‌بندی چشمی طرح‌های سنگ‌شور هر خوشه با تک‌تک خوشه‌هایی که به وسیله K-means به‌دست آمده، مقایسه شدند. در هر مقایسه، تعداد طرح سنگ‌شور مشابه یادداشت شد و در نهایت پس از مقایسه همه خوشه‌ها، خوشه‌هایی که بیشترین تعداد طرح مشابه را داشتند، با هم مقایسه شده و درصد مطابقت روش خوشه‌بندی چشمی و خوشه‌بندی K-means محاسبه شد. پس از مقایسه دو روش و طرح‌هایی که در هر خوشه قرار گرفته بودند، مقدار مطابقت دو روش برای جلو شلوار ٪۶۵ و برای پشت شلوار ٪۵۵ محاسبه شد و در نهایت این نتیجه حاصل شد که به‌طور میانگین خوشه‌بندی انجام

خوشه ۱

خوشه ۲

خوشه ۳

شکل۶- نمونه‌ای از نتایج خوشه‌بندی طرح‌های سنگ‌شور بخش جلو شلوار جین.



شکل ۷- نمونه‌ای از نتایج خوشه‌بندی طرح‌های سنگ‌شور بخش پشت شلوار جین.

شده به کمک روشK-means تا ٪۶۰ با خوشه‌بندی چشمی مطابقت دارد. شکل ۶ نمونه‌ای از طرح‌های سنگ‌شور خوشه‌بندی‌شده بخش جلو شلوار جین و شکل ۷ نمونه‌ای از طرح‌های سنگ‌شور خوشه‌بندی شده بخش پشت شلوار جین را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

با توجه به ویژگی‌های کاربردی الگوریتم خوشه‌بندی K-means، در این پژوهش برای خوشه‌بندی و استخراج طرح‌های سنگ‌شور شلوار جین از آن استفاده شده است. پس از تهیه تصاویر سنگ‌شور شلوار جین و پیش‌پردازش آن‌ها، با استفاده از روش خوشه‌بندی K-means، قطعه‌بندی طرح‌ها انجام و طرح سنگ‌شور استخراج شد.

سپس طرح‌ها به شکل پایگاه داده ذخیره شد و در مرحله بعد دوباره با روش خوشه‌بندیK-means، طرح‌های سنگ‌شور خوشه‌بندی شدند. مقایسه نتایج خوشه‌بندی چشمی و خوشه‌بندی K-means نشان داد، مقدار مطابقت این دو روش ٪۶۰ است که پیشنهاد می‌شود، برای حصول نتایج بهتر از روش‌های ترکیبی الگوریتم K-means مانند K-means ژنتیک و K-means فازی استفاده شود.

مراجع

1. Owczarek M. and Masajtis J., Evaluation of the structural homogeneity of denim fabric by means of digital image analysis, *Fibres Text. East. Eur.*, 14, 41-45, 2006.
2. Lachkar A., Benslimane R., D'Orazio L., and Martuscelli E., A system for textile design patterns retrieval. Part I: Design patterns extraction by adaptive and efficient color image segmentation method, *Text. Institute,* 97, 301-312, 2006.
3. Behera B.K and Mishra R., Measurement of fabric wrinkle using digital image processing, *Ind. J. Fibre Text. Res.*, 33, 30-36, 2008.
4. WanY., Yao L., Xu B., and Wu X., Separation of clustered fibers in cross-sectional images using image set theory, *Text. Res. J.*, 79, 1658-1663, 2009.
5. Yuen C.W.M., Wong W.K., Qian S.Q., Fan D.D., Chan L.K.,

and Fung E.H.K, Fabric stitching inspection using segmented window technique and BP neural network, *Text. Res. J.*, 79, 24-35, 2009.

6. Chitade A.Z. and Katiyar S.K., Colour based image segmentation using k-means clustering, *Int. J. Eng. Sci. Technol.*, 2, 5319-5325, 2010.
7. Chandhok Ch. and Scholar M.T., Color image segmentation using k-means clustering, *Int. J. VLSI Signal Froc. Applicate.*, 2, 241-245, 2012.
8. Kumar A., Neural network based detection of local textile defects, *Pattern Recognition*, 36, 1645-1659, 2003.
9. Hoppe K. and Saboor A.R., Smart Denim Degree of Master in Applied Textile and Fashion Management, The Swedish School of Textiles, 2010.
10. MacQueen J., Some methods for classification and analysis of multivariate observations, Procceding of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, University of California, 1, 281-297, 1967.
11. Koikkalainen P. and Oja E.,Self-organaizing hierarchical feature maps, Proceding of International Joint Conference on Neural Networks, 279-284, San Diego,1990.
12. Hand D., *Principles of Data Mining*, Prentice-Hall, 2005.

۱۳. ارزیابی صافی ظاهر درزهای دوخت در پارچه بعد از انجام ســیکل کامل شستشو، استاندارد ملی ایران، ۹۵۲۷.