مجله محاسبات نرم، جلد ۱۱، شماره ۲ (پاییز و زمستان ۱۴۰۱)، صفحه ۲۴ـ۳۵
https://doi.org/10.22052/scj.2023.246464.1072

مجله محاسبات نرم
SOFT COMPUTING JOURNAL
تارنمای مجله: scj.kashanu.ac.ir

دانشگاه کاشان
University of Kashan

سامانه کمک طراحی پارچه بر اساس الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای✧

سیدمحمود طباطبایی[1*]، استادیار، وجیهه مظفری[1]، دکتری، عطیه کریم‌پور[1]، کارشناسی ارشد
[1] دانشکده هنر، دانشگاه علم و هنر، یزد، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
دریافت ۱۶ خرداد ماه ۱۴۰۱
پذیرش ۱۲ تیر ماه ۱۴۰۲

کلمات کلیدی:
الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای
طراحی پارچه
نرم‌افزار
گلیم
سامانه کمک طراحی پارچه

چکیده

امروزه با گسترش فناوری دیجیتال، جایگاه کاربرد رایانه در ایجاد خلاقیت هنری به خصوص طراحی پارچه و لباس دارای اهمیت بسزایی است. لازم به ذکر است که در شیوه‌های سنتی، امکان تعامل با مصرف‌کننده تا پایان فرآیند طراحی وجود ندارد و در صورت عدم تایید طرح نهایی توسط وی، کلیه مراحل طراحی می‌بایست مجدد تکرار شود. سیستم‌های نرم‌افزاری طراحی، فقط برای افراد حرفه‌ای خوب کار می‌کنند و کار با آن‌ها برای افراد غیرحرفه‌ای مشکل می‌باشد؛ بنابراین لزوم استفاده از سامانه‌هایی که بتوان با حفظ سرعت طراحی، از تعامل بین کاربر و سیستم نیز استفاده کند، در این حوزه ضروری می‌باشد. در این تحقیق، سامانه کمک طراحی پارچه بر اساس الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای توسعه داده شده است. به منظور طراحی پارچه از نقش‌مایه‌ها و رنگ‌های موجود در گلیم‌های قشقایی و همچنین نوع چیدمان نقش‌مایه‌ها در گلیم استفاده شد. طرح‌های تولید شده توسط سامانه برای برآورد میزان برازندگی در معرض دید کاربر قرار می‌گیرد. بر طبق ارزیابی کاربر، طرح‌های ضعیف‌تر کنار گذاشته شده و طرح‌های قوی‌تر با گذر مجدد از سامانه، ارتقا یافته و درنهایت طرح مطلوب ایجاد می‌گردد. نتایج نشان داد که استفاده از سامانه ارائه شده در صنعت طراحی پارچه؛ طراحان، خریداران و حتی تولیدکنندگان پارچه را قادر می‌سازد در روند طراحی پارچه اعمال سلیقه نمایند. آنگونه که از نظر کاربران استنباط می‌شود، کاهش زمان فرآیند طراحی، کاهش هزینه‌های مربوط و نیز دستیابی به طرح‌های متعدد در حداقل زمان ممکن از مزایای این سامانه می‌باشد.

© ۱۴۰۲ نویسندگان. مقاله با دسترسی آزاد تحت مجوز CC-BY

۱. مقدمه

استفاده از فناوری در صنعت طراحی پارچه به دلیل افزایش رقابت در بازار امری اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد و این امر قطعا سرعت و دقت تولید طرح را به نحو چشمگیری افزایش می‌دهد. در نرم‌افزارهایی که در حال حاضر برای طراحی پارچه مورد استفاده قرار می‌گیرند، نیاز به یک کاربر حرفه‌ای می‌باشد که علاوه بر تسلط کامل به اصول طراحی چاپ، باید آفرینش‌گر نیز باشد؛ بنابراین تولیدکنندگان به دنبال سامانه‌های طراحی مد، لباس و پارچه به کمک رایانه هستند که با نظرخواهی از مصرف‌کنندگان برای تولید طرح مد نظر آنها تلاش کنند. استفاده از الگوریتم‌های تکاملی مانند ژنتیک

✧ نوع مقاله: ترویجی
* نویسنده مسئول
پست(های) الکترونیک: m.tabatabaie@sau.ac.ir (طباطبایی)
mozafary_v_66@yahoo.com (مظفری)
at-karimpour@gmail.com (کریم‌پور)

نحوه ارجاع به مقاله: سیدمحمود طباطبایی، وجیهه مظفری، عطیه کریم‌پور، «سامانه کمک طراحی پارچه بر اساس الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای»، مجله محاسبات نرم، جلد ۱۱، شماره ۲، صفحات ۲۴ـ۳۵، پاییز و زمستان ۱۴۰۱.

می‌تواند این هدف را محقق سازد.

در الگوریتم ژنتیک ارزیابی به کمک تابع برازندگی انجام می‌شود؛ اما ارزیابی مساله‌های کیفی یا توصیفی در عمل پیچیده و گاهی ناممکن است. برای حل این مشکل الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای[1] ابداع شد که در آن تابع برازندگی با ارزیابی انسان جایگزین شده است. مزیت این نوع الگوریتم این است که نیازی نیست که کاربر از جزئیات کار، آگاه باشد و فقط خروجی را ارزیابی می‌کند. الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای به کاربر اجازه می‌دهد تا به‌طور مستقیم طرح‌های مورد نظر خود را انتخاب کند و به‌جای تابع برازندگی به هر انتخاب نمره شایستگی بدهد. الگوریتم ژنتیک در سال‌های اخیر در زمینه‌های متفاوت کاربرد وسیعی داشته است، از جمله سلیمی و گلی بیدگلی در سال ۱۳۹۸ یک الگوریتم ترکیبی چندهدفه را ارائه دادند [۱]. در این الگوریتم ترکیبی، خصوصیات دو الگوریتم ژنتیک و کرم شب‌تاب با هم ترکیب شده است. این الگوریتم با یک مجموعه کرم‌های شب‌تاب که در فضای مساله به صورت تصادفی گسترش یافتند، شروع به کار می‌کند و این ذرات در طول مراحل تکامل، به جواب بهینه مساله همگرا می‌شوند. در مرحله بعد، یک طرح جست‌وجوی محلی برای جست‌وجوی همسایگی ارائه شده تا کیفیت جواب‌ها را بهبود ببخشد. برای بهبود الگوریتم، یک سری تغییرات در معیار انتخاب بهترین بهینه سراسری به‌ازای هر کرم شب‌تاب و همچنین بهترین بهینه محلی اعمال شده است. استفاده از این روش سبب می‌شود یکنواختیِ منحنیِ پرتو افزایش یابد. نتایج آزمایشگاهی روش ارائه شده بر روی برخی از توابع محک نشان می‌دهد که بکارگیری این روش موجب کاهش خطا شده است. آفرنده و حسینی در سال ۱۳۹۹، روشی خودکار جهت استخراج قوانین به صورت مستقیم از روی مجموعه داده‌ها را معرفی کردند [۲]. در روش پیشنهادی از امکان و قابلیت مدیریت عدم قطعیت نظری مجموعه‌های فازی در مدل‌سازی قوانین استفاده شده است. به منظور رسیدن به مجموعه قوانین بهینه فازی، از الگوریتم ژنتیک استفاده شده و علاوه بر کاهش مجدد قوانین تکراری، بهبود قوانین فازی بر روی آنها انجام شده است. برای ارزیابی، روش فازی-ژنتیک پیشنهادی بر روی هفت مجموعه داده مشهور پیاده‌سازی و بر اساس روش تحلیلی، دقت ارزیابی شده است. نتایج به دست آمده بیانگر کارآ بودن روش پیشنهادی در مجموع است. محمدپور و همکاران در سال ۱۳۹۹، یک الگوریتم ژنتیک بهبودیافته (خودسازمانده بحرانی) مبتنی بر حافظه برای حل مساله‌های بهینه‌سازی پویا ارائه دادند [۳]. در الگوریتم ارائه‌شده، از یک عملگر جهش خودسازمانده استفاده شده است. این عملگر جهش قادر است تا نرخ‌های جهش خودتنظیم‌شونده با یک توزیع مخصوص بر اساس مدل تپه شنی صورت پذیرد که برای بهینه‌سازی پویا مناسب است. اگر تغییرات به صورت دوره‌ای رخ دهند، به طور معمول استفاده از اطلاعات گذشته اجازه می‌دهد الگوریتم به سرعت بعد از تغییر محیط به سازگاری در شرایط محیطی جدید برسد. همچنین راهکاری برای جایگزینی و بازیابی در حافظه به کار برده شده است. در طرح پیشنهادی ابتدا جهش خودسازمانده بحرانی جدید، با سایر الگوریتم‌های ژنتیک ارائه شده توسط سایر محققین ترکیب شده است. نتایج به دست آمده حاکی از این است که این روش توانسته به‌کرات سایر الگوریتم‌های ژنتیک را برای محیط‌های پویا بهبود بخشد.

استفاده از الگوریتم ژنتیک در صنعت پوشاک به‌ویژه طراحی پارچه و لباس از دیرباز مورد توجه قرار گرفته است. لین[2] در سال ۲۰۰۳، سامانه‌ای را بر پایه الگوریتم ژنتیک طراحی کرد [۴]. با استفاده از این سامانه، یک طراح پارچه می‌تواند نمره نخ و تراکم تاری و پودی را که با عرض مدنظر و هزینه از پیش کنترل شده تطابق دارد، را مشخص کند. گونگ[3] در سال ۲۰۰۵، سامانه طراحی لباس مبتنی بر الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای را ارائه کرد که در این سامانه، برازندگی طرح‌های لباس توسط انسان محاسبه می‌شد [۵]. لین در سال ۲۰۰۸، سامانه‌ای هوشمند به کمک رایانه طراحی کرد [۶]. ابتدا با مشخص کردن هشت طرح بافت پایه از سامانه، تعداد تاروپود، تک رنگ بودن یا متفاوت بودن رنگ

[1] Interactive

[2] Lin

[3] Gong

نخ‌ها توسط طراح پارچه با طرح و رنگ‌های متفاوت ایجاد می‌شود. سپس از طراح خواسته می‌شود تا به هر تصویر بر اساس مقدار رضایت خود امتیاز دهد. نسل جدید با انتخاب تصاویر نسل پیشین با بیشترین امتیاز به وجود می‌آید.

موک[1] و همکارانش در سال ۲۰۱۳، روشی برای طراحی طرح اولیه لباس بر اساس الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای ارائه کرده‌اند [۷]. این سیستم نه‌تنها توانایی بازیابی طرح‌های قبلی لباس از یک پایگاه داده طراحی را دارد، بلکه توانایی ایجاد سبک‌های جدید را نیز دارد. اوبی[2] و اجیوچ[3] در سال ۲۰۱۷، سامانه‌ای برای طراحی پارچه با بهره‌گیری از الگوریتم ژنتیک ارائه دادند [۸]. در این سیستم یک طراح پارچه می‌تواند به‌طور موثر بهترین تناسب را برای رنگ‌ها و طرح‌ها تعیین کند. در طول طراحی الگوریتم ژنتیک به کاربر در به دست آوردن بهترین ترکیب متغیرهای طرح در طول مراحل طراحی کمک می‌کند. زو[4] و همکارانش در سال ۲۰۱۸، یک سامانه طراحی لباس تعاملی با صفحه مربوط به مشخصات فردی ارائه دادند تا نیاز شخصی‌سازی لباس برآورده شود [۹]. یک رویکرد طراحی لباس تعاملی بر اساس ایده الگوریتم ژنتیک با در نظر گرفتن کت‌وشلوار به عنوان لباس نمونه ارائه شد. در این سامانه، کاربر قادر است تا المان‌های لباس را به دلخواه خود تغییر دهد و همچنین رنگ و طرح پارچه را مطابق با سلیقه خود انتخاب کند و در نهایت مدل کت‌وشلوار خود را انتخاب کنند.

زو و همکارانش در سال ۲۰۲۰، یک سامانه طراحی لباس‌های سفارشی شخصی شده بر مبنای سبک معمولی و الگوریتم ژنتیک تعاملی پیشنهاد دادند [۱۰]. در این سامانه می‌توان با ارزیابی نظرات مشتری، سبک‌های مد جدیدی ارائه کرد. نتایج حاصله بیانگر این بود که سامانه طراحی شده می‌تواند در مقایسه با روش الگوریتم ژنتیک تعاملی کلاسیک، خستگی کاربر را کاهش داده و همگرایی آن را سرعت بخشد و سبک‌های طراحی شده قادر است نیازهای مشتریان را تامین نماید.

لطیفی و همکارانش در سال ۱۳۸۶، سامانه کمک طراحی پارچه‌های تاری و پودی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای که توانایی ایجاد طرح بر اساس نظر و سلیقه کاربر را داشته باشد را طراحی کردند [۱۱]. در روش الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای طرح‌ها به طور خودکار تولید می‌گردد و با ارزشیابی کاربر، طرح‌ها بر اساس محاسبات تکاملی اصلاح می‌شوند. فصاحت و پیوندی در سال ۱۳۹۲، روشی جدید بر پایه الگوریتم ژنتیک، متغیرهای طرح، رنگ، تعداد تکرار آن و طرح بافت ارائه دادند [۱۲]. در این روش به طور همزمان تصاویر پارچه‌های رنگی شبیه‌سازی شده با رایانه استخراج شد. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که مقدار برازندگی به دست آمده در همه تصاویر ارائه شده به جز تصاویر معیوب، معادل ۱۰۰٪ می‌باشد.

زارع‌نژاد و همکارانش در سال ۱۳۹۲، سامانه کمک طراحی لباس با بکارگیری روش الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای را توسعه دادند [۱۳]. در مرحله اول، قسمت‌های مختلف لباس شامل یقه، آستین، دامن، دکمه، جیب و کمربند، جداگانه طراحی گردید. سپس با استفاده از الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای، لباس جدید طراحی گردید. تعدادی از طرح‌های لباس ایجاد شده توسط کاربر و سایر طرح‌های لباس به کمک روابط شباهت بین طرح‌های لباس ارزیابی گردید. زارع‌زاده و پیوندی در سال ۱۳۹۴، سامانه طراحی لباس شنای زنانه با استفاده از الگوریتم ژنتیک و خوشه‌بندی k-means را طراحی کردند [۱۴]. با استفاده از نرم‌افزار طراحی لباس، اجزای لباس شنای زنانه شامل بالاتنه، میان‌تنه و پایین‌تنه، جداگانه طراحی شده و به شکل سه‌بعدی ذخیره شدند.

جعفری و پیوندی در سال ۱۳۹۵، سامانه کمک طراحی باتیکی با بکارگیری روش الگوریتم ژنتیک نیمه‌خودکار توسعه دادند [۱۵]. ابتدا اجزای طرح باتیک شامل طرح زمینه، رنگ موتیف، شکل موتیف و الگوی چیدمان موتیف شماره‌گذاری شدند. در مرحله بعد با کمک الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای طرح‌های باتیک جدید خلق شدند. طرح‌های ساخته شده توسط کاربر و بقیه طرح‌های باتیک به کمک روابط شباهت نمونه‌ای طرح‌های باتیک ارزیابی شدند. سلیمانی و همکاران در سال ۱۳۹۷، سامانه

[1] Mok
[2] Obe
[3] Egwuche
[4] Zho

تطابق دادن لباس (تیشرت و شلوار) با مجموعه‌ای از طرح و رنگ‌های مختلف با استفاده از الگوریتم ژنتیک را طراحی کردند [۱۶]. در این سامانه از سلیقه کاربران استفاده و قوانینی با توجه به تجربیات و نظرات متخصصان طراحان پارچه و لباس وضع شده است. استفاده از این قوانین در ایجاد طرح‌های اولیه، باعث می‌شود تا طرح‌هایی که از نظر فنی و زیباشناسی مورد تایید است، ساخته شود و کاربر تنها به منظور اعمال سلیقه به آن امتیاز دهد.

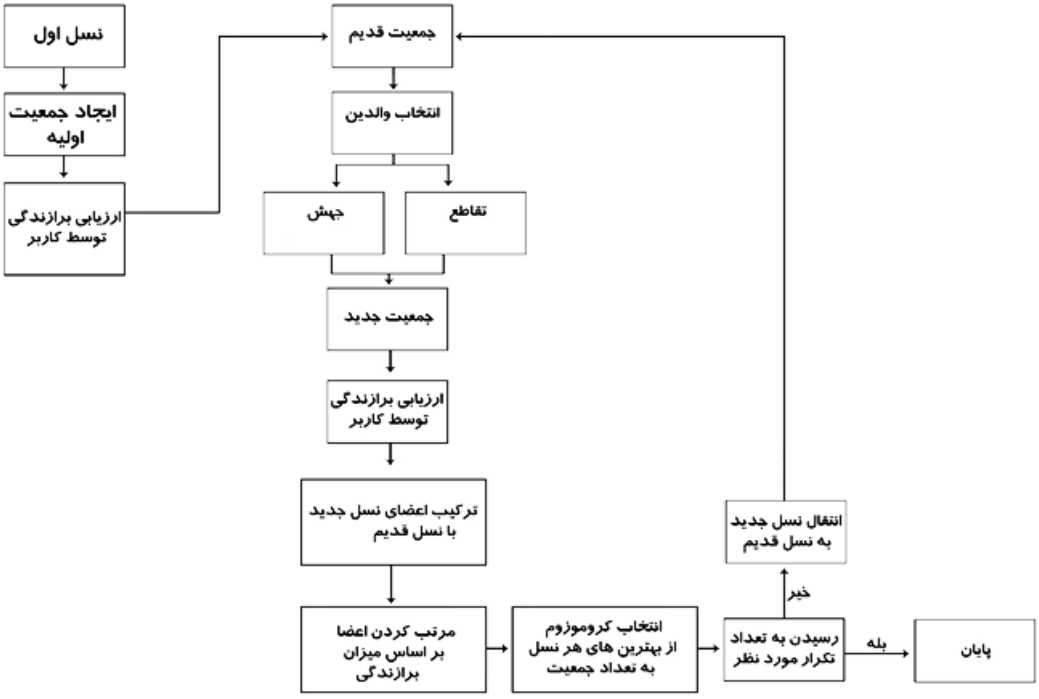
با وجود آنکه تحقیقات زیادی در زمینه استفاده از الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای برای طراحی لباس و پارچه توسط محققان استفاده شده است، اما تاکنون تحقیقی در زمینه استفاده از نقوش گلیم برای طراحی پارچه با استفاده از الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای انجام نشده است، بنابراین در تحقیق حاضر از الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای برای طراحی پارچه با الهام از نقش‌مایه‌های گلیم قشقایی استفاده شده است. همچنین از چیدمان طرح‌ها در گلیم برای طراحی بر روی پارچه و لباس الهام گرفته شده است که می‌تواند جنبه‌ای از نوآوری این تحقیق باشد. در ادامه، اصول و عملکرد الگوریتم ژنتیک در طراحی پارچه شرح داده شده است. در این سامانه طی مراحل ارزیابی بهترین طرح پارچه با توجه به سلیقه فرد با استفاده از الگوریتم ژنتیک به وی نشان داده می‌شود، به‌طوری که تابع برازندگی مدل، منتج از نظر کاربر می‌باشد.

۲. روش تحقیق

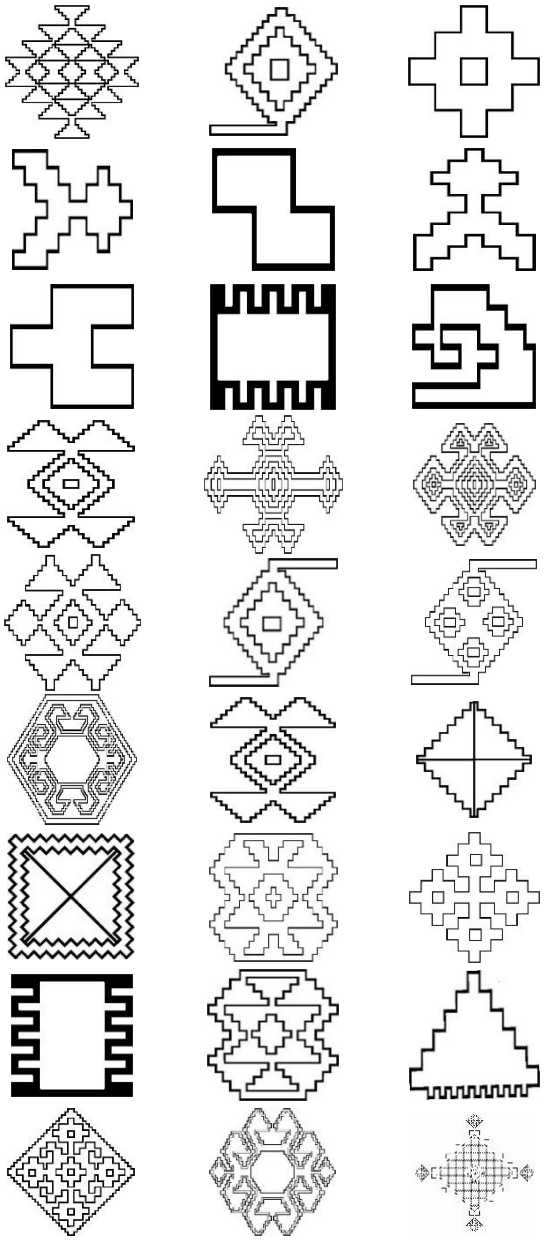
در این قسمت به چگونگی عملکرد سامانه کمک طراحی پارچه با استفاده از الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای پرداخته می‌شود. روند الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای مورد استفاده در این تحقیق در شکل (۱) نشان داده شده است. در ادامه، ویژگی‌های اصلی الگوریتم پیشنهادی و روند حل مساله بهینه‌سازی به همراه جزئیات انجام کار شرح داده شده است.

۱.۲. ایجاد بانک داده‌های اولیه

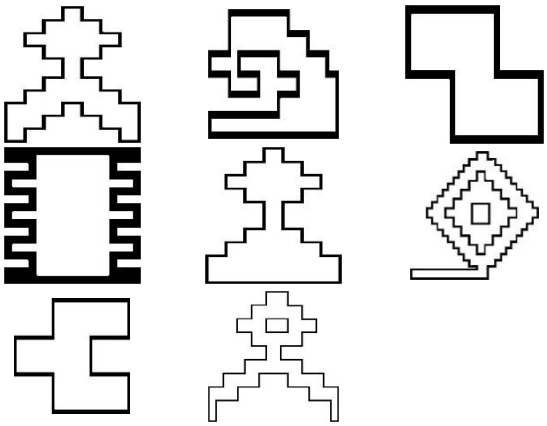
برای جمع‌آوری نقش‌مایه‌های گلیم، از طرح گلیم‌های موجود در کتاب گلیم هال‌آلستر استفاده شد [۱۷]. از بین ۸ گلیم موجود در کتاب، درمجموع ۲۷ فرم استخراج شد: ۱۹ نقش‌مایه مربوط به طرح‌های زمینه و ۸ نقش‌مایه مربوط به حاشیه (شکل‌های (۲) و (۳)). تمامی نقش‌مایه‌های استخراجی در نرم‌افزار ایلاستریتور رسم و به صورت فرمت برداری ذخیره گردید.



شکل (۱): فلوچارت الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای

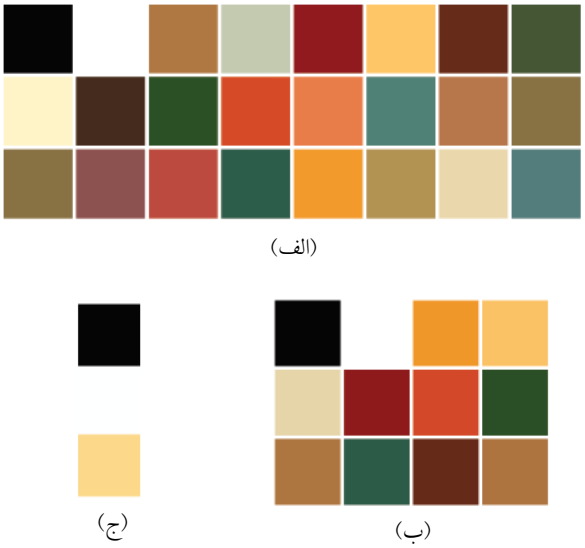


شکل (۲): نقش‌مایه‌های مربوط به نقوش زمینه



شکل (۳): نقش‌مایه‌های مربوط به نقوش حاشیه

بعد از انتخاب نقش‌مایه‌های، رنگ‌های به کار رفته در گلیم نیز استخراج شد. رنگ‌ها شامل ۱۲ رنگ برای پس‌زمینه، ۳ رنگ برای حاشیه و ۲۴ رنگ برای نقش‌مایه‌های اصلی می‌باشد که در شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل (۴): رنگ مایه‌های استخراج شده: (الف) رنگ مربوط به نقوش زمینه، (ب) رنگ مربوط به پس‌زمینه و (ج) رنگ مربوط به حاشیه

۲.۲. استخراج نوع چیدمان نقش‌مایه‌ها

در سامانه طراحی شده از چیدمان‌های مختلف برای طراحی پارچه استفاده گردید که این چیدمان‌ها با الهام از گلیم‌ها طراحی شده است. برای استخراج نحوه چیدمان نقوش، از نرم‌افزار فتوشاپ استفاده شد. جدول (۱) نمونه‌های اصلی گلیم و چیدمان الهام گرفته شده از آنها را نشان می‌دهد. در مجموع ۸ نوع مختلف چیدمان استفاده گردید که در شکل (۵) نشان داده شده است. این چیدمان‌ها در واقع نوع قرارگیری نقش‌مایه‌های انتخابی را در یک واحد تکرارشونده پارچه را نشان می‌دهد.

۳.۲. کدگذاری

اولین مساله در الگوریتم ژنتیک انتخاب کروموزوم‌ها و کدگذاری آنها است. منظور از کدگذاری در واقع در نظر گرفتن هر طرح به عنوان یک کروموزوم و اجزای آن به عنوان ژن‌ها است. روش‌های مختلفی جهت نمایش متغیرهای طراحی وجود دارد.

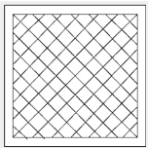
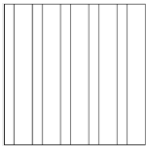
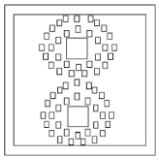
برخی از این روش‌ها، نمایش به وسیله رشته اعداد دودویی، نمایش با اعداد اعشاری و لیست‌های تبدیلی می‌باشد. در این تحقیق، متغیرهای طراحی یا کروموزوم‌ها با استفاده از رشته‌های اعداد دودویی با طول ثابت تعریف شده‌اند. این کروموزوم‌ها از الفبای دودویی (ترکیبی از ۰ و ۱) جهت ساختن یک رشته بلند ارقام ۰ و ۱ و با طول ثابت تشکیل شده‌اند. بدین ترتیب هر متغیر در برگیرنده کلیه متغیرهای طراحی خواهد بود.

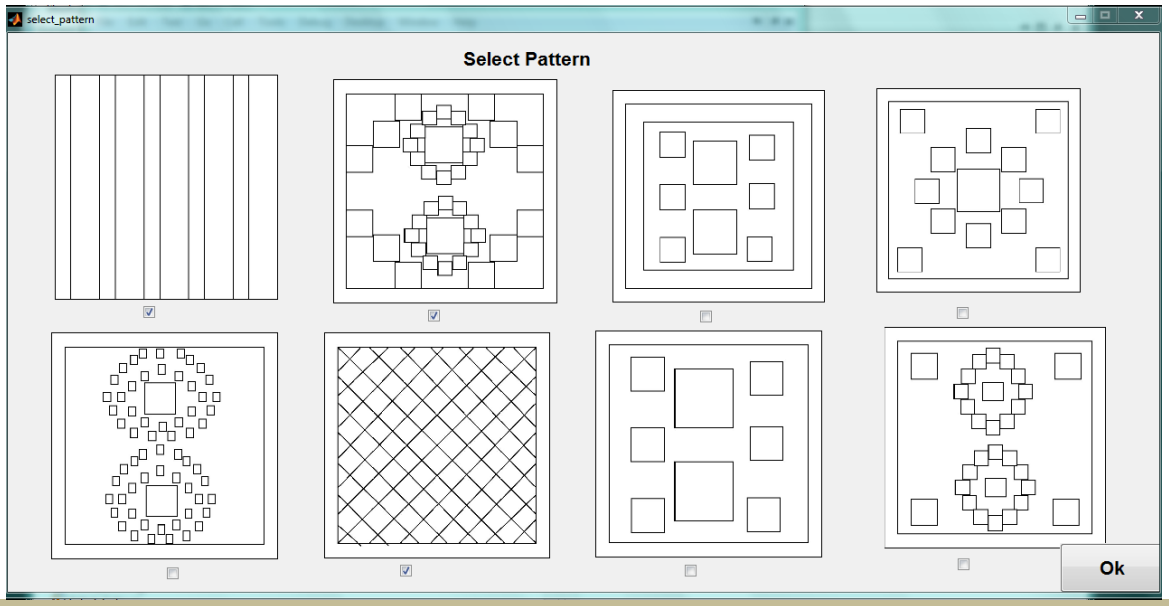
در واقع در این مرحله بانک تصاویر کدگذاری می‌شوند تا برای رایانه قابل فهم باشند. در این تحقیق، ۶ ژن تعریف شده است که از ترکیب آنها یک کروموزوم به وجود می‌آید. ژن‌هایی که کروموزوم را تشکیل می‌دهند عبارتند از:

- طرح نقش‌مایه زمینه
- رنگ نقش‌مایه زمینه
- طرح نقش‌مایه حاشیه
- رنگ نقش‌مایه حاشیه
- رنگ پس‌زمینه
- نوع چیدمان

بنابراین هر ژن به صورت ماتریس از اعداد ۰ و ۱ تعریف می‌شود که اندازه ماتریس برای هر ژن متفاوت است. ابعاد ماتریس با توجه به تعداد انتخاب‌ها برای هر ژن در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول (۱): چیدمان‌های الهام گرفته‌شده با توجه به تصویر اصلی گلیم

نام	تصویر گلیم	چیدمان
شطرنجی		
محرمات		
لچک		



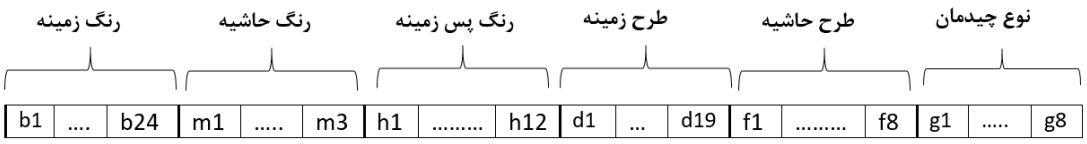
شکل (۵): انواع مختلف چیدمان

جدول (۲): ابعاد ماتریس مربوط به هر ژن	
نوع ژن	ابعاد ماتریس
رنگ زمینه	1×24
رنگ حاشیه	1×3
رنگ پس‌زمینه	1×12
طرح زمینه	1×19
طرح حاشیه	1×8
نوع چیدمان	1×8

هر ماتریس شامل مجموعه‌ای از اعداد صفر و یک می‌باشد. در هر ماتریس عدد یک نشان‌دهنده این است که کاربر رنگ مورد نظر را انتخاب کرده است. به طور مثال اگر کد مربوط به رنگ حاشیه به صورت [0 0 1] باشد، به این معنی است که اولین رنگ توسط کاربر انتخاب شده است.

کاربر می‌تواند تعداد رنگ‌های مختلفی را انتخاب کند. به عبارت دیگر ماتریس مربوطه می‌تواند به تعداد دلخواه عدد ۱ داشته باشد. کاربر همچنین می‌تواند بیشتر از یک رنگ را انتخاب کند، به طور مثال بردار [1 1 0]، نشان‌دهنده این است که از ترکیب دو رنگ اول در طراحی استفاده شود. با توجه به مطالب بیان شده، کروموزوم نهایی به صورت ماتریس ۱×۶۴ می‌باشد که ترکیبی از ۶ ژن معرفی شده می‌باشد. شکل (۶) و (۷)، نمایی از کروموزوم را نشان می‌دهد. ژن‌های مربوط به کروموزوم نشان داده در شکل (۷) در جدول (۳) نشان داده شده است.

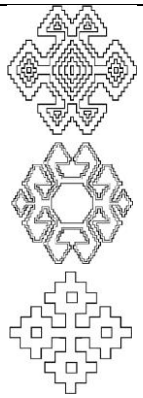
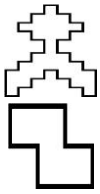
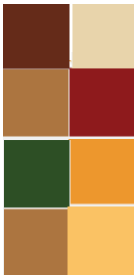
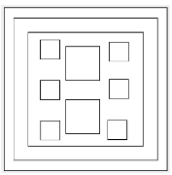
با استفاده از ژن‌های نشان داده شده در جدول (۳)، تعدادی زیادی کروموزوم اولیه می‌تواند ساخته شود. نمونه‌ای از این کروموزوم‌ها در شکل (۸) نشان داده شده است.



شکل (۶): نمایی از یک کروموزوم

11111000000000000000000000	001	111000000000	1110000000000000000	11000000	10000000

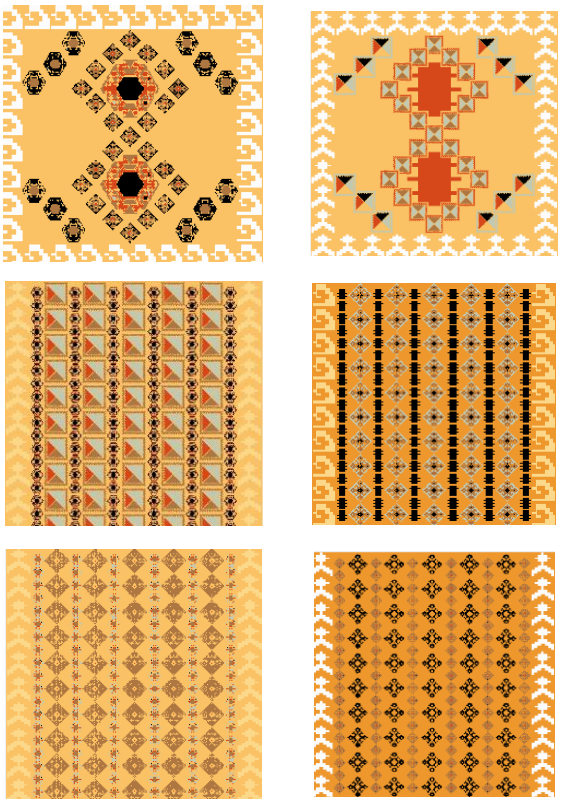
شکل (۷): نمایش یک کروموزوم به صورت ماتریسی از اعداد صفر و یک

جدول (۳): ژن‌های مربوط به کروموزوم نشان داده شده در شکل (۷)					
طرح نقش‌مایه زمینه	طرح نقش‌مایه حاشیه	رنگ نقش‌مایه زمینه	رنگ نقش‌مایه حاشیه	رنگ پس‌زمینه	نوع چیدمان
					

۴.۲. ایجاد جمعیت (نسل) اولیه

نسل اولیه به طور تصادفی از بین اجزای مختلف طرح‌ها استخراج می‌شود. در واقع قرار گرفتن ژن‌ها در کنار همدیگر در قالب کروموزوم، جمعیت اولیه را تشکیل می‌دهد. با کنار هم قرار گرفتن کروموزوم‌ها، ۱۶ تصویر متفاوت از طرح‌ها با اعمال تنظیمات تعیین شده توسط کاربر ساخته شده و به نمایش گذاشته می‌شود. با دریافت نظر کاربر در هر مرحله از تکرار الگوریتم، به تولید ۱۶ کروموزوم بعدی (نسل دوم) می‌پردازد. از

آنجا که در این برنامه، کاربر باید به هر طرح امتیاز بدهد، اگه تعداد جمعیت اولیه زیاد باشد، باعث خستگی کاربر خواهد شد.



شکل (۸): نمونه‌ای از کروموزوم‌های تولید شده با ترکیب ژن‌های نشان داده شده در شکل (۷)

۵.۲. تعیین میزان برازندگی کروموزوم‌ها

شایستگی کیفیتی است که امکان بازتولید اعضا یک نسل را با توجه به اصل بقاء شایسته‌ترین عضو محاسبه می‌کند. این بدان معناست که کروموزومی با مقدار شایستگی بیشتر، از شانس بالاتری جهت انتخاب شدن به عنوان والدین در روند بازتولید برخوردار خواهد بود.

در این مطالعه، تابع تناسب (تابع ارزیابی) اولویت و ترجیح کاربر است. کاربر کاملا آزاد می‌باشد تا به هر طرحی هر امتیاز دلخواه را بدهد. این تابع بر اساس ارزش تناسب هر کروموزوم عمل می‌کند. هر چه تناسب کروموزوم بزرگتر باشد، احتمال زنده ماندن یا انتخاب شدن آن بیشتر است؛ به عبارت دیگر، ژن (ویژگی) کروموزوم که تناسب بیشتری نسبت به بقیه دارد، زنده می‌ماند. کاربر یک امتیاز (از ۱ تا ۴) بسته به میزان رضایت خود به هر طرح می‌دهد. بدین ترتیب، تابع تناسب در این تحقیق، ترجیح کاربر است که به صورت رابطه (۱) نشان داده می‌شود:

$$Fitness(g_i) = User_perfernece(g_i), \quad i = 1, \dots, n \qquad (۱)$$

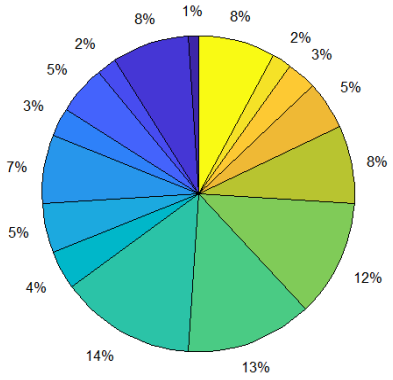
که در این رابطه، n تعداد طرح‌ها (در اینجا ۱۶ طرح) و g_i، i امین طرح نمایش داده شده می‌باشد.

۶.۲. انتخاب

در روند انتخاب، برخی از کروموزوم‌ها به عنوان والدین انتخاب می‌شوند تا فرزندانی جهت نسل بعدی تولید کنند. این انتخاب، بستگی به مقادیر شایستگی کروموزوم‌ها دارد. در تحقیق حاضر جهت انتخاب از روش چرخ‌گردان استفاده شده است. اگرچه روش‌های دیگری مثل رتبه‌بندی و یا مسابقه نیز قابل استفاده می‌باشند، اما روش چرخ‌گردان به علت عملکرد بهتر در الگوریتم پیشنهادی به عنوان روش انتخاب برگزیده شده است.

در این روش، جمعیت بعدی بر اساس میزان علاقه‌ای که کاربر بر اساس سلیقه خود به هر یک از مدل‌ها ابراز کرده، شکل می‌گیرد. به این صورت که مدل‌های که کاربر نسبت به آنها علاقه بیشتری نشان داده، شانس بیشتری برای تولیدمثل پیدا می‌کنند. به هنگام تولید مجدد والدین به طور تصادفی از جمعیت مورد نظر و از میان کروموزوم‌های که دارای برازندگی بالاتری هستند، انتخاب می‌گردند. کروموزوم‌های مناسب، شاید چندین بار در یک تولید انتخاب شدند و کروموزوم‌های ضعیف هم ممکن است هیچ‌گاه انتخاب نشوند.

در شکل (۹)، عمل تولیدمثل، هنگامی که شانس یک کروموزوم در تولیدمثل مستقیما به درجه برازندگی بستگی دارد، با استفاده از برنامه چرخ‌گردان نشان داده می‌شود. در چرخ‌گردان هر قطاع بیانگر سطحی مناسب با مقدار نسبی درجه برازندگی (در اینجا میزان علاقه کاربر) برای هر یک از کروموزوم‌های جمعیت است. میزان کروموزوم‌های جمعیت با تعداد چرخاندن چرخ‌گردان معین می‌شود. به عنوان مثال، وقتی جمعیت شامل ۱۶ نفر (تعداد مدل‌ها نمایش داده شده) می‌باشد، برای تولید جمعیت بعدی چرخ‌گردان ۱۶ بار چرخانده می‌شود و در هر چرخش یک کروموزوم مشخص می‌شود.



شکل (۹): انتخاب بر اساس چرخ‌گردان

۷.۲ عملگر تقاطع

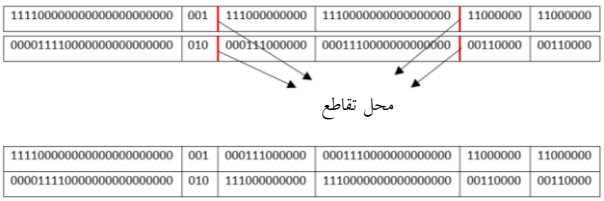
عملگر استاندارد تقاطع، تقاطع ساده یا تک نقطه‌ای است. تقاطع تک نقطه‌ای منجر به پراکندگی زیاد در پاسخ‌ها شده و به همین دلیل در تحقیق حاضر استفاده نشده است. در تقاطع ساده یک نقطه قطع، به طور تصادفی در طول رشته کروموزوم انتخاب می‌گردد. سپس دو کروموزوم انتخاب شده به عنوان والد، قسمتی از اطلاعات ژنتیکی خود را حول نقطه قطع برای ایجاد فرزندان جدید با یکدیگر تعویض می‌کنند. برای مثال در رشته‌های [0 0 0 0 0 0] و [1 1 1 1 1 1]، فرض کنید نقطه قطع انتخاب شده، ۳ باشد؛ بنابراین فرزندان جدید عبارتند از: [1 1 1 0 0 0] و [0 0 0 1 1 1]؛ اما در تقاطع دو نقطه‌ای، دو نقطه قطع انتخاب شده و سپس جابه‌جایی صورت می‌گیرد. برای مثال برای همان والدین قبلی و با انتخاب نقاط قطع دو و چهار، فرزندانی به شکل [1 1 0 0 1 1] و [0 0 1 1 0 0] به وجود خواهند آمد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تقاطع دو نقطه‌ای در مقایسه با تقاطع تک نقطه‌ای در رشته‌هایی با طول زیاد باعث پراکندگی کمتری در اعضا می‌گردد، چون کروموزوم‌های والد با دست‌خوردگی کمتری مواجه می‌شوند. عملگر تقاطع با احتمال مشخص (P_c) به اعضا انتخاب شده اعمال می‌گردد. در تحقیق حاضر P_c معادل با ۰/۸ در نظر گرفته شد؛ یعنی عملگر تقاطع به صورت تصادفی به ۸۰ درصد اعضا انتخاب شده جهت بازتولید اعمال می‌گردد. همچنین از عملگر تقاطع جهت بازتولید و ایجاد اعضا نسل جدید استفاده می‌شود. شکل (۱۰) عملگر تقاطع برای دو کروموزوم والد در این تحقیق را نشان می‌دهد.

۸.۲ عملگر جهش

در نمایش دودویی کروموزوم‌ها، عملگر جهش بیت‌های یک کروموزوم را از صفر به یک و یا بالعکس تبدیل می‌کند. احتمال جهش (P_m) باید با دقت زیادی تعیین گردد. طبق تحقیقات انجام گرفته اگر مقدار P_m کوچک باشد، به طور معمول الگوریتم دچار یک بهینه محلی شده و اگر مقدار زیادی باشد، الگوریتم تبدیل به یک روش جستجوی تصادفی غیرهوشمند می‌گردد. جهش علاوه بر جلوگیری از همگرایی زودرس منجر به آغاز مجدد روند تکاملی در اعضایی که به ظاهر به جواب بهینه عمومی رسیده‌اند، می‌گردد. در مقاله حاضر P_m معادل ۰/۲ در نظر گرفته شد. به بیان دیگر عملگر جهش به صورت تصادفی بر ۲٪ از اعضا انتخاب شده جهت بازتولید، اعمال شده است.

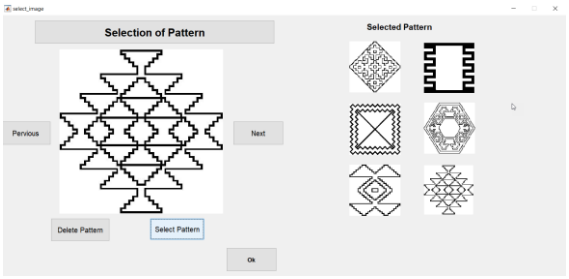
۳. نتایج و بحث

کدنویسی الگوریتم پشنهادی با استفاده از برنامه متلب ۲۰۱۸ انجام و متغیرهای الگوریتم ژنتیک شامل $P_c = 0.8$، $P_m = 0.2$، جمعیت اولیه برابر با ۱۶ و تعداد نسل ها ۸ در نظر گرفته شد. مراحل کار با سامانه طراحی شده به این شرح است که ابتدا ژن‌های اولیه با توجه به نظرات کاربران انتخاب می‌شود. این مرحله در شکل (۱۱) نشان داده شده است.

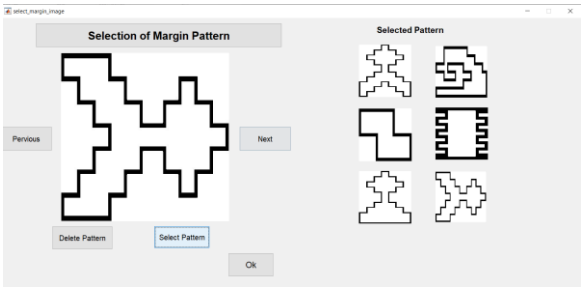


شکل (۱۰): عملگر تقاطع دو نقطه‌ای

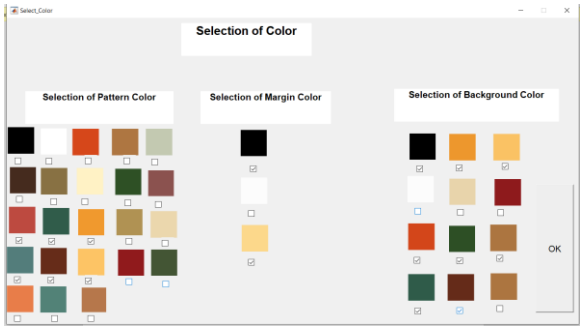
قابل ذکر است که دسته‌بندی نقوش حاشیه، زمینه و همچنین رنگ‌های مورد استفاده بر اساس نقوش به کار رفته شده در حاشیه و زمینه گلیم قشقایی می‌باشد تا ظاهر و خصوصیات اصلی گلیم حفظ گردد. البته با توجه به اینکه سامانه طراحی شده کاملا قابلیت تعامل با کاربر را دارد، امکان اضافه شدن طرح‌ها در هر قسمت طرح و زمینه نیز وجود دارد. در صورت تمایل کاربر می‌توان از نقوش و رنگ‌های بیشتری هم برای زمینه و هم برای حاشیه استفاده کرد.



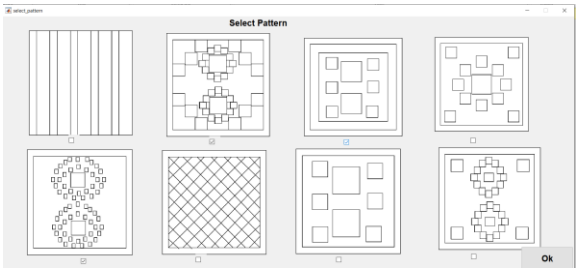
(الف) **انتخاب نقش‌مایه اصلی**



(ب) **انتخاب نقش‌مایه زمینه**



(ج) **انتخاب رنگ نقش‌مایه**



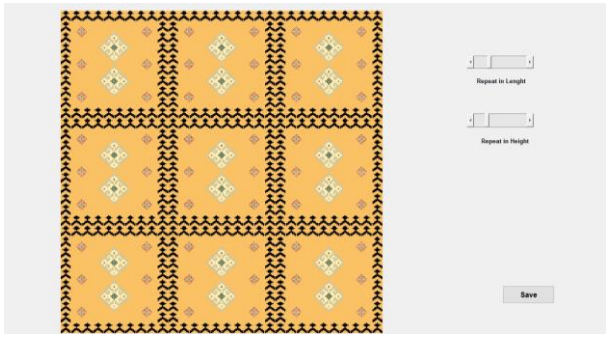
(د) **انتخاب نوع چیدمان**

شکل (۱۱): انتخاب ژن‌های اولیه توسط کاربر

از آنجایی که در الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای تابع برازش توسط کاربر تعیین می‌شود، پس از تولید جمعیت (نسل) اولیه، ۱۶ نمونه کروموزوم، برای ارزیابی به کاربر نشان داده می‌شود (شکل (۱۱)). برای نمایش طرح‌ها از صفحات ارتباط با کاربر استفاده می‌گردد. کاربر نظر خود را در مورد هر طرح به صورت عددی در بازه ۱ تا ۴ با استفاده از کنترل لغزنده‌ای در زیر هر شکل وارد می‌کند که به آن برازندگی طرح می‌گویند. میزان برازندگی هر یک از تصاویر با استفاده از صفحات رابط کاربری در برنامه اصلی ذخیره می‌شود. بدیهی است میزان امتیاز داده شده توسط کاربر به هر طرح، برای ایجاد جمعیت ثانویه از طریق الگوریتم ژنتیک لحاظ می‌شود. این امتیازها در حقیقت شانس بقای هر کروموزوم در ایجاد نسل‌های بعدی را افزایش می‌دهد.

الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای در این سامانه به تولید تصاویری از طرح پارچه در یک نسل اولیه و هفت نسل به عنوان فرزندان می‌پردازد و در هر نسل، ۱۶ طرح را توسط صفحات ارتباط با کاربر برای ارزیابی به کاربر عرضه می‌کند. میزان شایستگی هر تصویر برای حضور در نسل بعدی از طریق ثبت و ذخیره مقادیر ارزشی که توسط کاربر اعمال شده است لحاظ می‌گردد. این فرآیند به وی اجازه می‌دهد که در روند اجرای الگوریتم اعمال نظر نموده و به بهترین و نزدیک‌ترین طرح به سلیقه شخصی خود دست یابد. پس از اتمام تولید نسل‌ها و ارزیابی آنها، در این صفحه طرح‌های منتخب هشت نسل برای گزینش نهایی در معرض دید کاربر قرار می‌گیرد. در بخش (الف) شکل (۱۲) صفحه نمایش بهترین‌های هشت نسل مشاهده می‌شود.

(الف)



(ب)

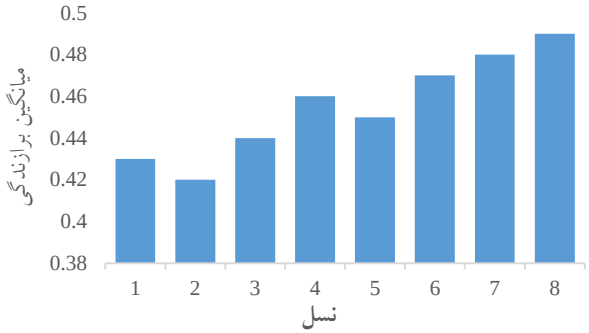
شکل (۱۲): (الف) انتخاب تصویر نهایی توسط کاربر، (ب) تکرار طرح در جهت طولی و عرضی.

بعد از انتخاب نهایی طرح پارچه توسط کاربر، طرح منتخب می‌تواند در جهت طول و عرضی به اندازه مورد نیاز تکرار شود. در این مرحله کاربر می‌تواند تعداد تکرار در جهت افقی و عمودی را مشخص کند و طرح نهایی را مشاهده کند (بخش (ب) در شکل (۱۲) را مشاهده کنید).

پس از مرحله طراحی پارچه توسط کاربر با استفاده از نرم‌افزار مارووولوس دیزاینر[1]، تعدادی طراحی لباس انجام شد تا نمونه کاربرد پارچه‌های طراحی شده با بکارگیری الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای مشخص شود. شکل (۱۳) نمونه لباس‌های طراحی شده را نشان می‌دهد.

شکل (۱۳): نمونه لباس‌های طراحی شده با استفاده از پارچه‌های طراحی شده

به منظور ارزیابی عملکرد سامانه طراحی شده، تعداد ۳۰۰ نفر که اکثرا از دانشجویان و اساتید رشته طراحی لباس و پارچه بودند، به طراحی پارچه با استفاده از سامانه ارائه شده، پرداختند. نمودار متوسط میانگین برازندگی همه افراد در هر نسل، در شکل (۱۴) نشان داده شده است. طبق این نمودار متوسط برازندگی در نسل‌های مختلف بین ۴۳ تا ۴۹ درصد می‌باشد. روند صعودی برای نمودار به این معنی است که با افزایش تعداد نسل‌ها مقدار متوسط میانگین برازندگی که افراد به طرح‌های لباس نسبت داده‌اند، افزایش یافته است. این موضوع با اساس الگوریتم ژنتیک و تولید فرزندان بهتر مطابقت دارد؛ اما از آنجا که در این سامانه، ارزیابی به روش محاوره‌ای است و کاربر طی نسل‌ها اعمال نظر می‌کند، این مساله وجود دارد که نظر کاربر به شکل مقایسه نسبی بین تصاویر ارائه شده از سامانه اعمال شود؛ به طور مثال از بیشتر طرح‌های نسل اول ناراضی باشد، اما از یک طرح نسبت به بقیه رضایت بیشتری داشته باشد و به آن امتیاز بیشتری بدهد، در حالی که از همه طرح‌های نسل آخر راضی باشد اما چون به طور نسبی امتیاز می‌دهد، امتیاز کمتری به همان طرح در نسل آخر بدهد.



شکل (۱۴): نمودار متوسط میزان برازندگی

۴. نتیجه‌گیری

روند معمول طراحی پارچه، فرآیندی زمانبر و پرهزینه است که تنها به مهارت و خلاقیت طراح بستگی دارد. استفاده از نرم‌افزاری که توانایی ایجاد و ارتقای طرح و همچنین قابلیت هم‌اندیشی با کاربر را داشته باشد، به طور قطع منجر به کاهش چشمگیر زمان فرآیند طراحی و پیشگیری از آزمون و خطاهای مکرر می‌گردد. در این تحقیق با استفاده از الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای، سامانه‌ای هوشمند برای طراحی پارچه ارائه گردید. در سامانه ارائه شده، کاربر می‌تواند تصاویر و رنگ‌های پارچه‌ها و شکل‌ها را از طرح اولیه دریافت کنند و به کمک بخش‌های قابل انتخاب تغییرات

[1] Marvelous designer

دلخواه را ایجاد نمایند. همچنین با ایجاد تنوع و نوآوری در طرح‌ها، گزینه‌های بیشتری را برای انتخاب بهترین‌ها در اختیار کاربر (طراح) و مصرف‌کننده قرار می‌دهد.

تولید نرم‌افزار هوشمند به دست آمده از این تحقیق می‌تواند به عنوان ابزار کمک آموزشی، جهت دست یافتن به مهارت لازم جهت طراحی پارچه در صنعت طراحی پارچه و لباس و مد بکار برده شود. سیستم پیشنهادی می‌تواند وظایف طراحان پارچه را در تولید راه‌حل‌های جدید و مناسب که مطابق با خواسته‌های کاربران نهایی محصولات باشد، تسهیل کند. نتایج به دست آمده از سامانه نشان‌دهنده رضایت ۷۷ درصدی کاربران بوده است. سامانه طراحی شده قابلیت تعمیم کار با انواع مختلف نقوش و رنگ‌ها را دارد. همچنین با تکمیل این نرم‌افزار و اضافه کردن مدهای جدید توسط الگوریتم ژنتیک محاوره‌ای، می‌توان این نرم‌افزار را به یک ابزار کاربردی مناسب جهت طراحی پیشرفته تبدیل نمود.

تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تعارض منافعی ندارند.

مراجع

[1] J. Salimi Sartaghti and S. Goli-Bidgoli, "A hybrid algorithm using firefly, genetic, and local search algorithms," Soft Comput. J., vol. 8, no. 1, pp. 14-28, 2019, doi: 10.22052/8.1.14 [In Persian].

[2] E. Afarande and R. Hosseini, "An automatic model for managing uncertainty and rule extraction in form of fuzzy rules using genetic algorithm," Soft Comput. J., vol. 9, no. 1, pp.14-25, 2020, doi: 10.22052/scj.2021.111449 [In Persian].

[3] M. Mohammadpour, B. Minaei, H. Parvin, and K. Rahimizadeh, "Improved genetic algorithm based on critical self-organization and gaussian memory for solving dynamic optimization problems," Soft Comput. J., vol. 9, no. 1, pp. 56-91, 2020, doi: 10.22052/scj.2021.111452 [In Persian].

[4] J.-J. Lin, "A genetic algorithm for searching weaving parameters for woven fabrics," Textile Res. J., vol. 73, no. 2, pp. 105-112, 2003, doi: 10.1177/004051750307300203.

[5] D. Gong, Y. Zhou, and T. Li, "Cooperative interactive genetic algorithm based on user's preference," Int. J. Inf. Technol., vol. 11, no. 10, pp. 1-10, 2005.

[6] J.-J. Lin, "A ga-based search approach to creative weave structure design," J. Inf. Sci. Eng., vol. 24, pp. 949-963, 2008.

[7] P.Y. Mok, J. Xu, X.X. Wang, J.T. Fan, Y.L. Kwok, and J.H. Xin, "An IGA based design support system for realistic and practical fashion designs," Comput. Aided Des., vol. 45, no. 11,, pp. 1442-1458, 2013, doi:10.1016/j.cad.2013.06.014.

[8] O. Obe and O.S. Egwuche, "Genetic algorithm approach for fabric pattern generation in textile industries," Anale Seria Inf., vol. XVI, pp. 86-91, 2018.

[9] X.J. Zho, H. Lu, and H. Ratsch, "An interactive clothing design and personalized virtual display system," Multimed. Tools Appl., vol. 77, pp. 27163–27179, 2018, doi: 10.1007/s11042-018-5912-x.

[10] X. Zhu, X. Li, Y. Chen, J. Liu, X. Zhao, and X. Wu, "Interactive genetic algorithm based on typical style for clothing customization," J. Eng. Fibers Fabr., vol. 15, pp. 1-15, 2020, doi:10.1177/1558925020920035.

[11] M. Latifi, P. Peivandi, M. Amani Tehran, and H. Akbari Moayed, "Design of warp and weft fabrics using interactive genetic algorithm," in 6th Nat. Conf. Iranian Textile Eng., Isfahan, Iran, 2007, pp. 1-8 [In Persian].

[12] F. Fasahat and P. Peivandi, "Derivation of fabric parameters from simulated imaging by genetic algorithm method," J. Textile Sci. Technol., vol. 3, no. 2, pp. 47-56, 2013, dor: 20.1001.1. 21517162.1392.3.2.6.0 [In Persian].

[13] M. Hadizadeh and P. Peivandi, "Garment design based on similarity principles and interactive genetic algorithm," J. Textile Sci. Technol., vol. 3, no. 4, pp. 13-20, 2014, dor: 20.1001.1. 21517162.1392.3.4.3.1 [In Persian].

[14] T. Zare Zade and P. Peivandi, "3D garment design using interactive genetic algorithm and k-means clustering," J. Textile Sci. Technol., vol. 6, no. 1, pp. 3-15, 2017, dor: 20.1001.1.21517162.1396.6.1.1.8 [In Persian].

[15] F. Jafari and P. Peivandi, "Creative fabric design based on batik designs using semi-automatic genetic algorithm," in 10th Nat. Conf. Iranian Textile Eng., Isfahan, Iran, 2016 [In Persian].

[16] S. Soleimani Kahriz, P. Peivandi, and A. Davoudi, "Design of a T-shirt and pants matching system using interactive genetic algorithm," in 11th Nat. Conf. Iranian Textile Eng., Guilan, Iran, 2018, pp. 1-6 [In Persian].

[17] A. Hull and J. Luczyc-Wyhowska, Kilim: The Complete Guide: History – Pattern – Technique - Identification, Thames and Hudson, 2000, ISBN: 9780500282212.