

Designing of the Technology Development Model the Use of Natural Dyes in the Handwoven Carpet Industry with a Qualitative System Dynamics Approach

Akhtarsadat Mousavi¹, Iman Zakariaei Kermani^{*2}, Ali Haji Gholam Saryazdi³

1- Department of Art Research, Faculty of Research Excellence in Art and Entrepreneurship, Art University of Isfahan, P. O. Box: 1744, Isfahan, Iran.

2- Handicrafts Faculty, Art University of Isfahan, P. O. Box: 1744, Isfahan, Iran

3- Department of Systems Dynamics, Faculty of Management, Imam Javad, P. O. Box: 8915873763, Yazd, Iran.

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 14- 06- 2024

Accepted: 18- 09- 2024

Available online: 23 -12-2024

Print ISSN: 2251-7278

Online ISSN: 2383-2223

DOI: [10.30509/jscw.2024.167333.1196](https://doi.org/10.30509/jscw.2024.167333.1196)

Keywords:

Technology

Handwoven carpet industry

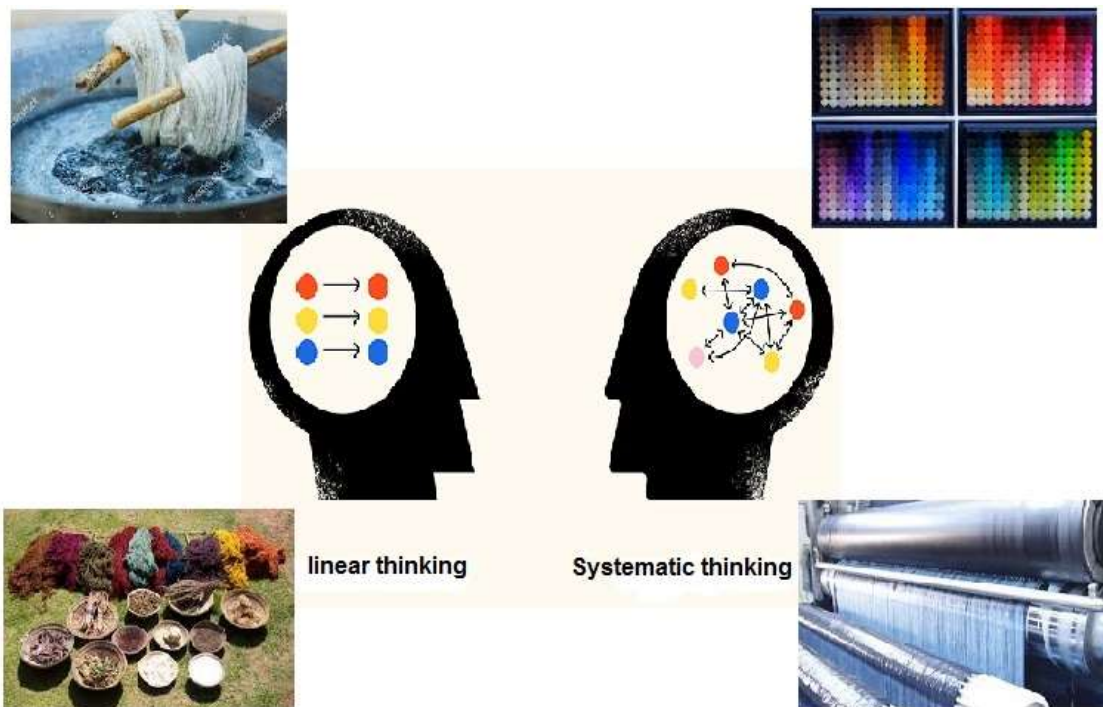
Dyeing

Natural dyes

Qualitative system dynamics

ABSTRACT

Natural dyeing has been an integral part of the Iranian handwoven carpet from the past to the present. Recently, the re-interest in using natural dyes in textile dyeing has expanded. This study aims to provide a dynamic model for developing technology to use natural dyes in the handwoven carpet industry. Therefore, in the present study, using the Qualitative system dynamics approach and the drawing of the causal diagrams, the variables affecting the technological development of natural dyes in the handwoven carpet industry have been identified and finally shown by the conceptual model of factors and relationships between the research variables. The results show that the connection between research institutes and the handwoven carpet industry will ultimately increase the productivity and profitability of the handwoven carpet market, which will increase the market's desire to develop the technology of using natural dyes in the handwoven carpet industry.



Corresponding author: izakariaee@au.ac.ir



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ارائه مدل توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی در صنعت فرش دستباف با رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم

اخترالسادات موسوی^۱، ایمان زکریایی کرمانی^{۲*}، علی حاجی غلام سریزدی^۳

۱- دانشجوی دکترا، دانشکده پژوهش‌های عالی هنر و کارآفرینی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران، صندوق پستی: ۱۷۴۴.

۲- دانشیار، دانشکده صنایع دستی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران، صندوق پستی: ۱۷۴۴.

۳- استادیار، گروه پویایی‌شناسی سیستم‌ها، دانشکده مدیریت، موسسه آموزش عالی امام جواد (ع)، یزد، ایران صندوق پستی: ۸۹۱۵۸۷۳۷۶۳.

چکیده

رنگرزی طبیعی جز جدایی‌ناپذیر فرش دستباف ایرانی از گذشته دور تا به امروز بوده است. اخیراً علاقمندی مجدد به استفاده از رنگزاهای طبیعی در رنگرزی منسوجات گسترش یافته است. در این راستا هدف از این پژوهش ارائه یک مدل پویا جهت توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی در صنعت فرش دستباف است. لذا در تحقیق حاضر با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم و ترسیم نمودارهای علی حلقوی، متغیرهای تأثیرگذار بر توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی در صنعت فرش دستباف شناسایی شده و در نهایت با ایجاد یک مدل مفهومی عوامل و روابط بین متغیرهای تحقیق نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد ارتباط پژوهشگاه‌ها و صنعت فرش دستباف در نهایت باعث بهره‌وری و سودآوری بازار فرش دستباف خواهد شد که همین امر تمایل بازار را جهت توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی در صنعت فرش دستباف افزایش خواهد داد.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۸

در دسترس به صورت الکترونیکی: ۱۴۰۳/۱۰/۰۳

شاپا چاپی: ۲۲۵۱-۷۲۷۸

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۳-۲۲۲۳

DOI: 10.30509/jscw.2024.167333.1196

واژه‌های کلیدی:

فناوری

صنعت فرش دستباف

رنگرزی

رنگزاهای طبیعی

پویایی‌شناسی کیفی سیستم



۱- مقدمه

فرش دستباف به‌عنوان یکی از هنرهای اصیل ایرانی و مجموعه‌ای غیرقابل تفکیک از ارزش‌های هنری، تجاری، کاربردی، تربیتی و سنتی را در خود جای داده است و اساساً بخشی از هنر و فرهنگ این سرزمین محسوب می‌شود (۱). یکی از جذاب‌ترین جنبه‌های فرش ایرانی ترکیب رنگ و طرح آن است که به‌عنوان یکی از معیارهای تعیین‌کننده ارزش فرش محسوب می‌شود. با توجه به ویژگی‌های ارزشمند فرش دستباف و از طرفی با عنایت به اهمیت ویژه رنگ فرش می‌توان دریافت رنگرزی و استفاده از رنگزاهای طبیعی، در کیفیت و ارزش فرش دستباف بسیار مؤثر بوده و در میزان ارزش افزوده این کالا نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کند (۲). واضح است رنگرزی فرش دستباف مجرد از ابزار و روش‌های قدیمی و سنتی نمی‌تواند بدون بهره‌مندی از فناوری‌های نوین در صحنه رقابت موفق ظاهر شود. ورود فناوری به هنر صنعت فرش دستباف می‌تواند باعث بهره‌وری بهتر از مواد اولیه، تغییر فرایندهای تولید، بازدهی سرمایه و بهبود قدرت رقابت شود. امروزه ورود فناوری در فرایندهای مختلف همچون ریسندگی، چله‌کشی، رنگرزی، طراحی و نقاشی، پرداخت، بازاریابی، تبلیغات، فروش و صادرات فرش دستباف قابل مشاهده است. با این حال همچنان تمامیت فرش دستباف در برابر تحولات متوالی در زمینه توسعه فناوری ماهیت سنتی خود را حفظ کرده است. زیرا افراد مشغول در این حوزه، فارغ از نگاه راهبردی و بلندمدت با نگاهی کوتاه‌مدت در پی منافع مالی و کسب سود مانع از ورود نگاه علمی با داشتن اساتید دانشگاهی در رشته فرش که سال‌های زیادی از عمر خود را صرف مطالعات علمی و تحقیقات گسترده کرده‌اند، می‌شود. بنابراین سنجش وضعیت تولید و در نهایت فروش فرش با سال‌های گذشته نشان از تحول و تاثیر فناوری است اما میزان این تأثیر در قیاس با شرایط متحول دنیا نرخ رسوخ آن را کند نشان می‌دهد (۳). با توجه به این تحولات، لازم است که صنعت فرش دستباف با استفاده هوشمندانه از فناوری‌های جدید، به حفظ ارزش‌ها و میراث فرهنگی خود ادامه دهد و در عین حال، به سوی توسعه و نوآوری همگام با روند جهانی روی بیاورد. این اقدامات می‌توانند به حفظ هویت فرهنگی و اقتصادی این صنعت و همچنین افزایش رقابت‌پذیری در بازار جهانی کمک کنند (۲). در زمینه استفاده از فناوری در صنعت فرش دستباف در ایران و جهان تاکنون مطالعات مختلفی انجام شده است که هدف واحد همه این پژوهش‌ها بهره‌مندی از فناوری‌های مختلف به‌منظور بهبود فرایندهای رنگرزی و در راستای افزایش بهره‌وری، پیشرفت و ارتقا جایگاه هنر صنعت فرش دستباف است.

الیویرا^۱ و همکارانش در پژوهشی به نقش نوآوری در زنجیره تولید به ویژه فرایندهای رنگرزی سنتی پرداخت. نتایج نشان داد فناوری سیال فوق بحرانی به‌منظور رنگرزی منسوجات با هدف

کاهش ضایعات، انرژی، مصرف آب و مواد شیمیایی به عنوان یک فرایند تمیز و کارآمد برای آینده نساجی پایدار می‌تواند ثمربخش واقع شود (۴).

موسوی و همکارانش در پژوهشی با هدف شناسایی و بکارگیری راهبردهای گسترش رنگزاهای طبیعی در صنعت فرش دستباف با استفاده از مدل راهبردی SOAR^۲ و روش آنتروپی شانون جهت وزن‌دهی و اولویت‌بندی راهبردها به نتایجی همچون بهره‌مندی از رنگزاهای جدید با هزینه کم و اقتصادی حاصل از ضایعات صنایع کشاورزی و غذایی، ترغیب به کاشت و توسعه گیاهان رنگزا جهت فراوانی و بکارگیری در تولیدات صنعت فرش دستباف و استفاده از فناوری در رنگرزی الیاف به دلیل بازدهی پایین روش‌های رنگرزی با هدف ایجاد سرعت رنگرزی، جذب بالا و ثبات رنگی مناسب اشاره کردند (۲).

طباطبائی‌هنزایی در پژوهشی به نقش خلاقیت در رنگرزی فرش دستباف با استفاده از روش SWOT^۳ پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد استفاده از فناوری‌های جدید با رویکرد حفاظت محیط‌زیست در تمامی مراحل فرایندهای رنگرزی مهمترین راهبرد خلاقانه در راستای هدف تحقیق است (۵).

میرزایی و باقری‌زاده در پژوهشی با بررسی شیوه‌های رنگرزی سنتی به شناخت و آشکار ساختن پیامدهای توسعه فناوری در دگرگونی روش‌های رنگرزی قالی‌های عشایری فارس پرداختند. نتایج این پژوهش گواه از نفوذ فناوری و ورود رنگزاهای شیمیایی و رایج‌شدن شیوه‌های رنگرزی شیمیایی است که می‌تواند با چیره‌شدن بر اندیشه انسانی سبب از بین رفتن ماهیت و ویژه بودن قالی‌های تک نسخه عشایری شود (۶).

زارع و طباطبایی در پژوهشی با عنوان فناوری‌های رنگرزی و تکمیل‌های نوین مورد استفاده در صنعت منسوجات و کف‌پوش به این نتیجه رسیدند که فناوری‌های جدید در رنگرزی منسوجات مانند کاربرد نانو ذرات در رنگرزی و مقدمات رنگرزی منجر به بهبود کارایی کف‌پوش‌ها و افزایش در جذب و ماندگاری مشتری در بازارهای جهانی شده است (۷).

پاندر^۴ و همکارانش در پژوهشی به مقایسه چرخه حیات فرایندهای رنگرزی فرش پرداختند. این مقاله با هدف مقایسه مستقیم فرایندهای رنگرزی فرش به منظور شناخت تغییرات فناورانه و ردیابی پیشرفت‌های رنگرزی تولید فرش با تکامل فناوری است. نتایج این تحقیق نشان داد در چرخه حیات جدیدترین فرایندهای پیشرفته رنگرزی محلول، کم‌ترین میزان انرژی و آب را نسبت به

² Strength Opportunity Aspiration Result

³ Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

⁴ Ponder

¹ Oliveira

تفکر سیستمی و درگیر کردن ذینفعان به وسیله برپایی جلسات متعدد، به دنبال کشف عوامل مهم و اثرگذار به جهت بررسی و شناخت سیستم‌های پیچیده است (۱۱). این نوع مدل‌سازی، اغلب برای کسب اجماع نظرات گروه متخصصان است. افراد مشارکت‌کننده در جلسات مدل‌سازی گروهی باید ضمن پوشش تمام دیدگاه‌های متنوع و ذی‌نفعان مختلف؛ از حداقل افراد استفاده شود (۱۲). در این پژوهش ذی‌نفعان شناسایی شده شامل افرادی هستند که از میزان تجربه و مهارت بالای ۵ سال و دانش تخصصی با در نظر گرفتن تألیف کتاب یا اثر پژوهشی مرتبط با موضوع به تعداد ۳۴ نفر انتخاب گردید که مشتمل بر رنگرزان، بافندگان، تأمین‌کنندگان مواد اولیه، کارشناسان، فروشندگان و توزیع‌کنندگان فرش دستباف هستند (شکل ۱).

به منظور حصول اهداف تحقیق، ابتدا با بهره‌مندی از مطالعات کتابخانه‌ای به بررسی مبانی نظری و مرور ادبیات پژوهش پرداخته شد. در ادامه به جهت آشکارسازی روابط موجود بر اساس مبانی نظری و نظرات خبرگان عوامل مؤثر بر توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی در فرش دستباف شناسایی و در قالب یک مدل پویا ارائه شده است. در شکل ۲ مدل مفهومی پژوهش با توجه به شاخص‌های اثربخش در توسعه فناوری رنگزاهای طبیعی در فرش دستباف بیان شده است.

رویکرد پویایی‌شناسی سیستم، روشی برای بررسی و آنالیز سیستم‌ها و پاسخ به مسائل مهم به کمک شبیه‌سازی کامپیوتری است (۱۲). برجسته‌ترین نگاه پویایی‌شناسی سیستم به لحاظ پویایی رفتار، ناشی از بازخوردها و تاخیرهایی است که نشان‌دهنده ساختار حاکم بر سیستم است. با تمرکز بر روابط متغیرها می‌توان دیدگاهی جامع از دنیای واقعی ایجاد کرد تا پویایی‌های پیچیده درون سیستم نمایان گردند. نگاه اساسی رویکرد پویایی‌شناسی سیستم بر این اصل پابرجاست است که در سیستم‌های خطی و ایستا، تمامیت جنبه‌های موضوع در نظر گرفته نمی‌شود. لذا برای حصول نتایج بهتر در پی پاسخ‌گویی به مسائل مدیریتی باید سرمایه‌گذاری بلندمدت انجام شود (۱۳)، زیرا نرخ تغییرات کوچک در سیستم می‌تواند در طولانی مدت نتایج را دچار تغییر بزرگی کند (۱۴). در این رویکرد با تمرکز بر درک بازخوردها و نگاه سیستم‌ای بر خلاف رویکردهای سنتی و خطی بر روابط علی و معلولی می‌توان مدلی نزدیک به واقعیت ارائه داد که در آن ریسک تصمیمات از قبل احتساب شده است. در نگرش سیستم‌ای روابط علت و معلولی به صورت متقابل و تصمیمات در حلقه‌های بسته فرا گرفته می‌شود؛ به طور مثال، در این رویکرد ارتباط مثبت بین دو متغیر نشان از تقویت آن‌ها در طول زمان است.

رویکرد پویایی‌شناسی سیستم، با هدف نگاهی سامانمند و نظام‌مند می‌تواند ابزاری پر قدرت و توانا در جهت شناخت سیستم با بکار بستن سیاست‌های اهرمی برای حل و درک مسائل پیچیده به جهت ارتقا سازمان در اختیار مدیران و فعالان در سیستم قرار دهد.

فناوری‌های قدیمی از جمله بک^۱ و اسکاج در رنگرزی مصرف می‌کند (۸).

حاجی در پژوهشی به مروری بر روش‌های بهبود رنگرزی الیاف پشم با مواد رنگزای طبیعی با هدف بازده جذب مواد رنگزا به الیاف و بهبود خواص ثباتی رنگرزی پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد روش‌هایی همچون دندانه‌های زیستی، کاربرد امواج فراصوت و ریز موج در رنگرزی و اصلاح سطح الیاف با پلاسما، آنزیم و مواردی همچون دندیرمر، سیکلودکسترین و کیتوسان می‌تواند مؤثر واقع شود (۹).

حسین‌نژاد و قرنجیگ در پژوهشی با مروری بر مطالعات و بکارگیری مواد رنگزای طبیعی در رنگرزی الیاف، مواد غذایی و حساسیت سلول‌های خورشیدی به مواد رنگزا با در نظر گرفتن کاربردهای جدید و معرفی مواد رنگزای طبیعی جدید و فناوری‌های مقرون به صرفه به جهت کاهش اثرات زیست‌محیطی نتایجی را ارائه دادند (۱۰). بررسی پژوهش‌های مختلف در زمینه توسعه فناوری و استفاده از رنگزاهای طبیعی در رنگرزی فرش دستباف نشان می‌دهد هر کدام از محققین، بحث فناوری در رنگرزی فرش دستباف را از منظر رویکردها و روش‌های گوناگون، مورد واکاوی قرار داده‌اند، که در آن بینش سامانمند^۲ و جامع در رابطه با موضوع از نظرگاه‌ها، جا مانده است. بر همین اساس، ضروری است با ایجاد نگرشی جدید در راستای موضوع بکارگیری فناوری در حوزه فرش دستباف تمامی بخش‌ها و ویژگی‌های گوناگون آن مورد مطالعه قرار گیرد. در این راستا در پژوهش حاضر تلاش شده است که یک چارچوب تحلیلی مناسب برای بررسی توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی در صنعت فرش دستباف در نظر گرفته شود. بدین صورت که ابتدا از طریق مطالعه ادبیات و پیشینه پژوهش در جهت شناسایی متغیرهای اثرگذار با استفاده از روش دلفی و اجماع نظر خبرگان، با بهره‌مندی از رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم به جهت درک بهتر از سازوکارهای موجود و روابط متغیرها گام برداشته شود.

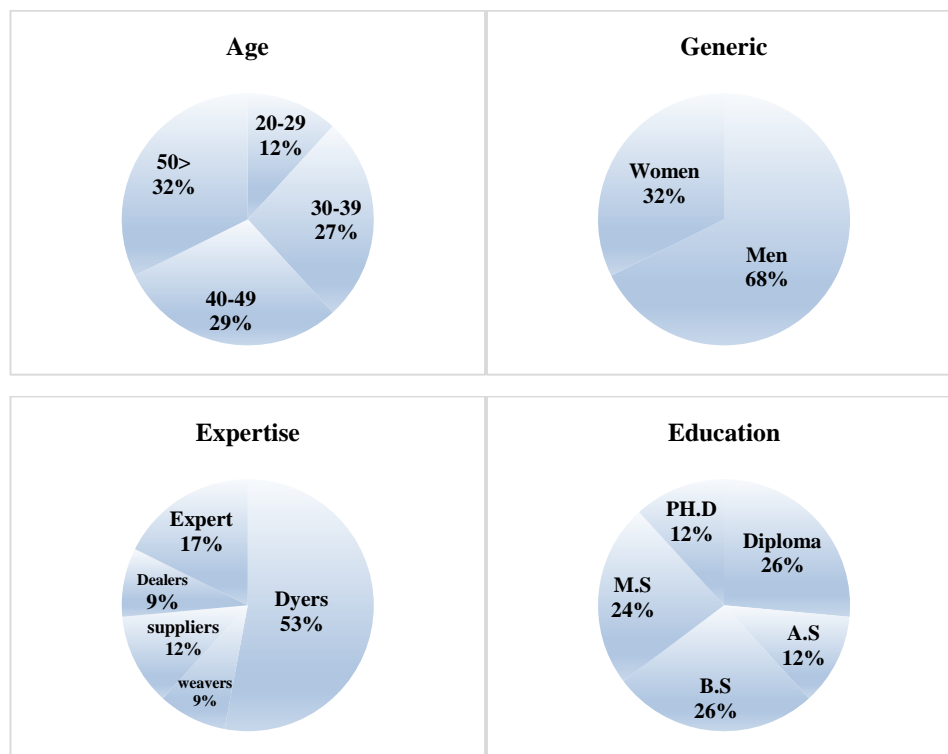
۲- بخش تجربی

۲-۱- روش پژوهش

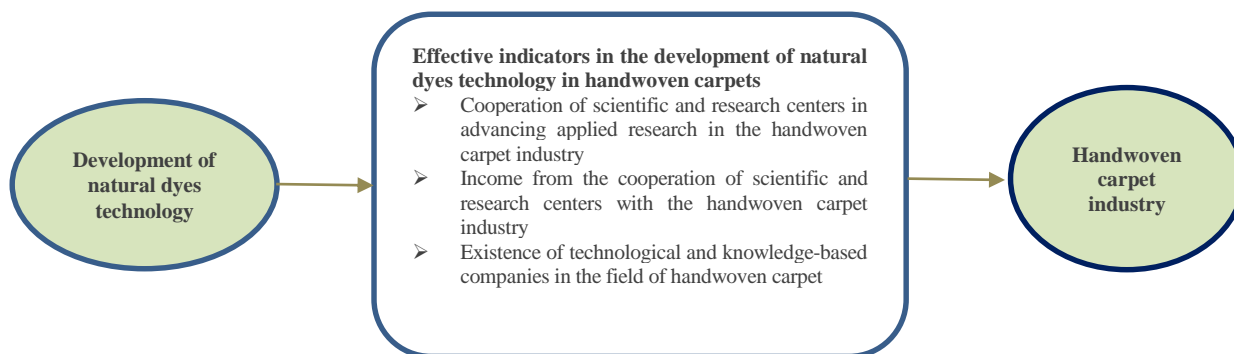
پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی و رویکرد حاکم بر فضای پژوهش توصیفی تحلیلی است. استخراج داده‌ها از طریق مطالعه اسنادی جهت بهره‌مندی از منابع مکتوب و کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی از طریق مدل‌سازی گروهی جهت بهره‌مندی از مدل‌های ذهنی متخصصان و خبرگان با استفاده از روش مصاحبه نیمه‌ساختاریافته گردآوری شده است. مدل‌سازی گروهی با تکیه بر

¹ Beck

² Systematic



شکل ۱: مشخصات افراد مشارکت کننده در جلسات مدل سازی گروهی تحقیق (نگارندگان).
Figure 1: Profiles of people participating in research group modeling sessions (authors).



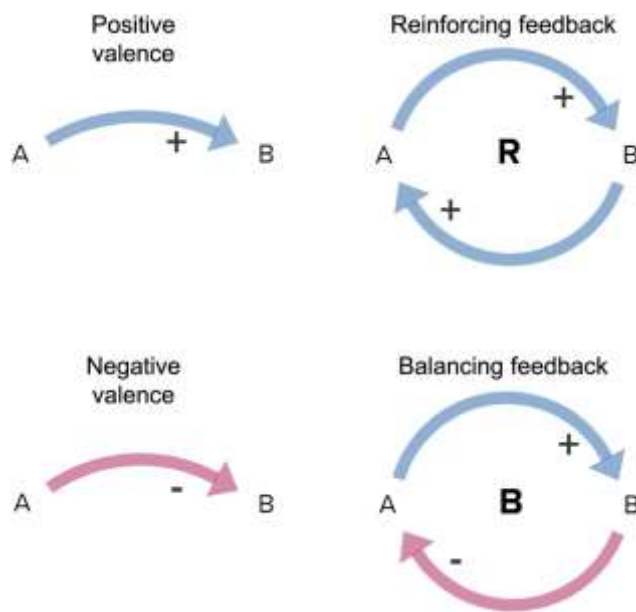
شکل ۲: مدل مفهومی توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی در صنعت فرش دستباف (نگارندگان).
Figure 2: Conceptual model of technology development using natural dyes in the handwoven carpet industry (authors).

سیستم‌ها می‌شود. شکل ۳ حلقه‌های بازخوردی مثبت و منفی را در پویایی‌شناسی سیستم نشان می‌دهد (۱۶). لازم به ذکر است که در این مقاله از رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم که تاکید بر ساخت و تحلیل مدل کیفی علت و معلولی بجای ساخت مدل کمی جریان و شبیه‌سازی دارد استفاده شده است (۱۷).

لازمه به‌کارگیری این روش، بررسی عملکرد سیستم بر اساس حلقه‌های علی-معلولی است. حلقه‌های بسته بازخور به صورت مثبت یا منفی تشریح می‌شوند. حلقه‌های منفی نشان از رفتار هدفجو در سیستم است که مانع از رشد سیستم و تغییرات به سبب ایجاد تعادل در سیستم می‌شوند در حالی که حلقه‌های مثبت، در جهت تقویت، منجر به گستردگی و بزرگ‌شدن سیستم و رفتار رشدنمایی و یا نزول‌نمایی در طول زمان می‌شوند. لذا وجود ساختارهای بازخوردی و حلقه‌های علی و معلولی، موجب تشکیل رفتارهای پویا و پیچیده در

ایجاد مدل پویای توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی در فرش دستباف، متغیرها و روابط موجود بر اساس مرور مبانی نظری و نظرات خبرگان شناسایی شد (جدول ۱).

در ادامه جهت تبیین روابط پویای موجود در مسئله نسبت به ایجاد حلقه‌های علت و معلولی اقدام شد. در این بخش نمودار علت و معلولی و تشریح حلقه‌های آن به صورت مدل پویا ارائه شده است. شکل ۴ تأثیر مثبت افزایش بودجه در بخش پژوهش و اثر آن بر توسعه فناوری صنعت فرش دستباف را نشان داده است. مطابق شکل در حلقه (R1, R2)، تخصیص بودجه به فعالیت‌های پژوهشی علاوه بر گسترش پروژه‌های تحقیقاتی مشترک میان مراکز علمی و صنعت فرش دستباف منجر به ارتقاء فرهنگ پژوهش و تحقیق و شناخت نیازهای این صنعت در جهت کاربردی کردن تحقیقات در این زمینه خواهد شد. با توجه به پیشرفت فناوری‌های جدید در زمینه استفاده از رنگزاهای طبیعی و بهینه‌سازی فرایند کاربرد آن‌ها جهت کاهش آلودگی ناشی از فرایند رنگرزی به عنوان یک راه‌حل سازگار با محیط‌زیست و با توجه به این‌که در الیاف نساجی، مواد رنگزای طبیعی بیشترین کاربرد را بر روی الیاف پشم دارند، لذا نیاز به روش‌هایی برای جذب بهتر مواد رنگزای طبیعی بر روی الیاف و بهبود خواص ثباتی کالای رنگرزی شده وجود دارد (۹). در این زمینه وجود فناوری‌های نوین در بهبود رنگرزی با رنگزاهای طبیعی در راستای کاهش زمان، هزینه و دوست‌دار محیط‌زیست بودن به دلیل عدم بهره‌گیری از مواد معدنی حائز اهمیت است (۲).



شکل ۳: حلقه‌های بازخوردی مثبت و منفی در پویایی‌شناسی سیستم (۱۶).

Figure 3: Positive and negative feedback loops in system dynamics (16).

۳- نتایج و بحث

در این پژوهش با توجه به موضوع توسعه فناوری و شکل‌گیری متغیرها و سازوکار پیچیده فرایند آن در طول زمان رویکرد پویایی‌شناسی سیستم به دلیل نشان دادن تصویری مفصل و دقیق از واقعیت می‌تواند تبیین بهتری پیدا کند. در گام نخست به‌منظور

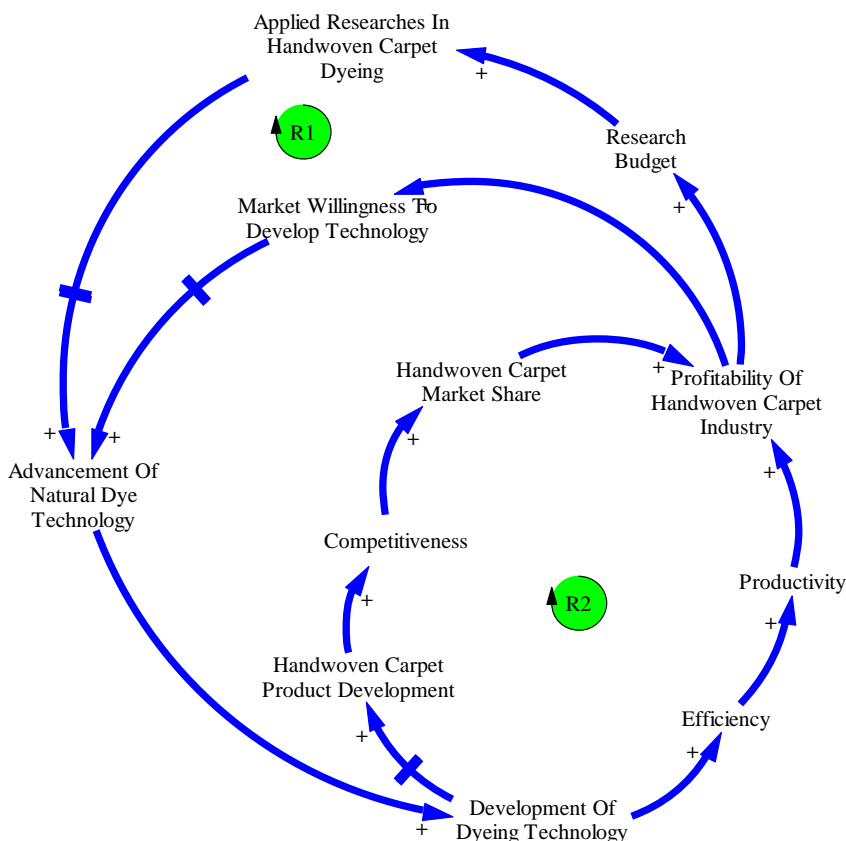
جدول ۱: متغیرهای مدل تحقیق.

Table 1: Research model variables.

Variable	Variable Extraction	References
Business Idea	Interview	-
Knowledge Enterprise	Interview	-
Joint Project	Interview	-
Income	Research Literature	(8, 18)
Research Budget	Research Literature	(19)
Research Cooperation	Research Literature	(20)
Understanding The Needs Of The Handwoven Carpet Industry	Interview	-
Transferring Knowledge To The Handwoven Carpet Industry	Interview	-
Ability and Capability Of Dyeing	Interview	-
Creativity and Innovation	Research Literature	(5, 21)
Development Of Dyeing Technology	Research Literature	(2)
Efficiency	Research Literature	(22)

جدول ۱: ادامه.
Table 1: Continued.

Variable	Variable Extraction	References
Productivity	Research Literature	(23)
Competitiveness	Research Literature	(24)
Product Development	Research Literature	(2)
Traditionalism	Interview	-
Resistance To Change	Interview	-
Productivity Difference	Interview	-
Ultimate Productivity	Interview	-
Profitability Of Handwoven Carpet Industry	Research Literature	(3, 8)
Handwoven Carpet Market Share	Research Literature	(8)
Cost	Research Literature	(3)
Final Market Share	Interview	-
Applied Researches In Handwoven Carpet Dyeing	Research Literature	(2)
Market Willingness To Develop Technology	Interview	-
Advancement Of Natural Dye Technology	Research Literature	(2, 25)



شکل ۴: تأثیر مثبت تخصیص بودجه به فعالیت‌های پژوهشی (حلقه R2, R1) (نگارندگان).
Figure 4: The positive effect of budget allocation to research activities (R2, R1) (authors).

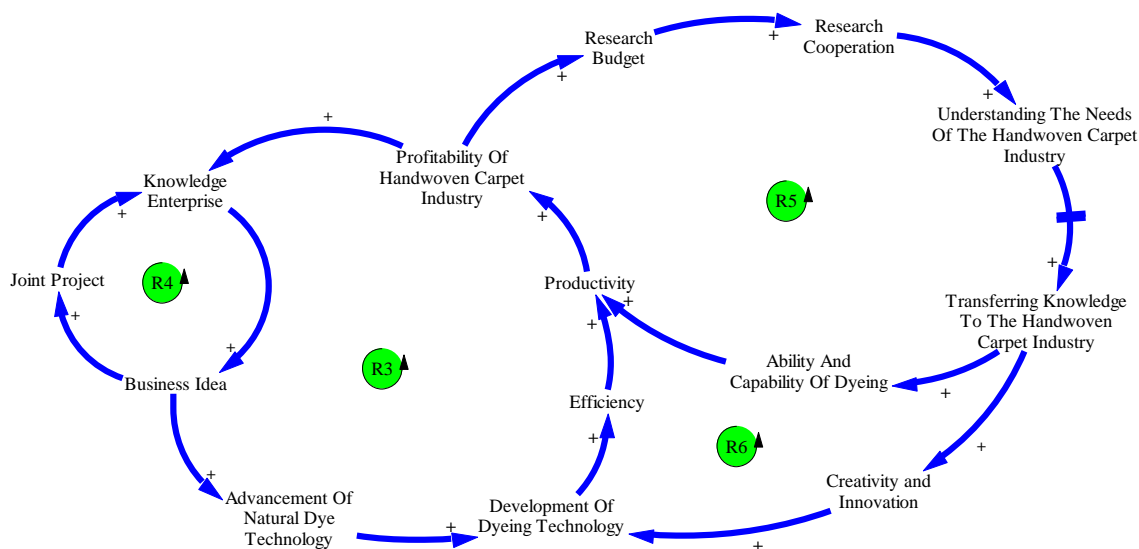
توانمندسازی رنگرزان علاوه بر تأثیر مستقیم بر کیفیت فرایندها و کاهش زمان انجام فرایند رنگرزی می‌تواند موجب ارتقاء سطح مهارت و قابلیت‌های رنگرزان شده و فرهنگ روابط کار را نیز متحول سازد و مجموعه این تغییرات ابزاری قوی جهت اصلاح نوع تولید و ابداع و گسترش شاخه‌های جدید جهت بهره‌مندی از خلاقیت و نوآوری در توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی به همراه دارد که خود عاملی جهت بالا بردن بهره‌وری و سوددهی در صنعت فرش دستباف می‌باشد. از طرفی وجود شرکت‌های فناوری و دانش‌بنیان در جهت تجاری‌سازی ایده‌های نوآورانه باعث افزایش عرضه فناوری‌های نوین به بازار می‌گردند.

بدیهی است که هر چه توان مراکز علمی و پژوهشگاه‌ها در عرضه فناوری به بازار بالاتر باشد، برتری بیشتر آن‌ها را به دنبال خواهد داشت. این برتری موجب افزایش دسترسی و توانایی نیروی انسانی همچون رنگرزان به مهارت‌های تخصصی و تسهیلات صنعت شده و مجموعه این عوامل به افزایش تحقیقات گسترده‌تر و به تبع آن افزایش نوآوری، درآمدهای تحقیقاتی و توسعه صنعت خواهد انجامید. در صنعت فرش دستباف وجود شرکت‌های فناوری و دانش‌بنیان نقش مهمی در بهبود بهره‌وری و ایجاد تحول در تولید به‌خصوص در رنگزاهای طبیعی به دلیل فرایند طولانی استخراج و جذب رنگزا دارد. استفاده از ماشین‌آلات پیشرفته در فرایند تولید، می‌تواند به نوعی بهره‌وری رنگرزان را افزایش دهد، که این امر به کاهش زمان و هزینه تولید کمک می‌کند.

فناوری‌های پیشرفته از جمله فناوری ماشین‌آلات مناسب رنگزاهای گیاهی، نرم‌افزارهای کنترل عددی، سیستم‌های پایش پیشرفته و بهینه‌سازی مصرف منابع همچون حفظ انرژی، آب و مواد اولیه علاوه بر بهبود فرایند تولید منجر به افزایش سرعت رنگرزی، یکنواختی در حجم بالا، تکرار و رسیدن به فام‌های متعدد و کاهش قیمت در تولید فرش دستباف می‌شود، که مجموع این عوامل در رسیدن به سطح توسعه فناوری رنگرزی می‌تواند مؤثر واقع شده و در نهایت منجر به توسعه محصول فرش دستباف شود. از طرفی با افزایش رقابت‌پذیری، سهم بازار فرش دستباف در عرصه ملی و بین‌المللی بالاتر رفته و در نهایت سودآوری بازار را به همراه دارد که همین امر تمایل بازار را جهت توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی افزایش خواهد داد و منجر به توسعه فناوری در صنعت فرش دستباف خواهد شد که با نتایج مطالعات طباطبائی هنزائی (۵)، موسوی و همکارانش (۲) و حاجی (۹) مطابقت دارد.

شکل ۵ تأثیر مثبت همکاری مراکز علمی پژوهشی در توسعه فناوری در صنعت فرش دستباف را نشان می‌دهد. مطابق شکل در حلقه‌های (R3، R4، R5، R6)، تعامل و ارتباط اثرگذار میان مراکز علمی همچون دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها با صنعت فرش دستباف علاوه بر آگاهی و شناخت از نیازهای این صنعت، می‌تواند منجر به انتقال دانش و تجربه میان مؤسسات، مراکز پژوهشی و صنعت فرش دستباف شده و این امر زمانی تحقق می‌یابد که مراکز علمی با تحقیقات کاربردی درصدد انتقال فناوری برآیند و این موضوع بدون نهادینه کردن پژوهش در مراکز علمی و همچنین برآورده ساختن نیازهای آموزشی متخصصان برآورده نخواهد شد. از طرفی رشد و

¹ Monitoring



شکل ۵: تأثیر مثبت همکاری مراکز علمی پژوهشی در توسعه فناوری صنعت فرش دستباف (حلقه R3، R4، R5، R6) (نگارندگان).

Figure 5: The positive effect of the cooperation of scientific centers in the development of the technology of the handwoven carpet industry (R6, R5, R4, R3) (authors).

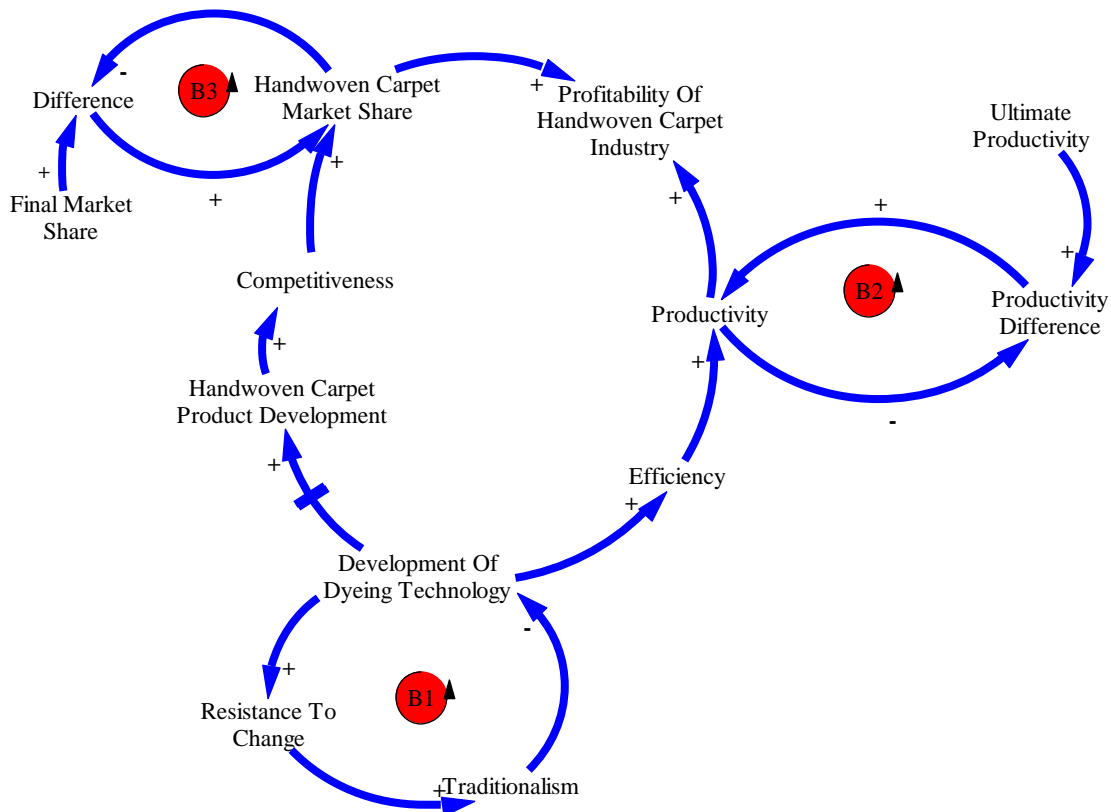
مقابله با مقاومت افراد و شرکتهایی که در برابر این تغییرات مقاومت ایجاد می‌کنند، حاصل شود. همین‌طور در صنعت فرش دستباف به دلیل وجود نرخ رشد بهره‌وری پایین با توسعه فناوری ابتدا بهره‌وری به سرعت قابل افزایش است، اما به دلیل حلقه‌های منفی که وجود دارد بهره‌وری به سرعت قادر به رشد نمی‌باشد و در یک نقطه‌ای محدود می‌شود. همچنین داشتن سهم بازار منوط به گسترش بازار است که این رقابت‌پذیری نیازمند سطحی از توسعه فناوری در صنعت فرش دستباف می‌باشد.

با ملاحظه مدل علت و معلولی مؤلفه‌های مؤثر بر توسعه فناوری و پیشرفت استفاده از رنگزاهای طبیعی در صنعت فرش، می‌توان حلقه‌های تقویت‌کننده^۶ و متوازن‌کننده^۷ آرا مبنای تحلیل روابط بین این مؤلفه‌ها قرار داد.

^۶ Reenforcing loop
^۷ Balancing loop

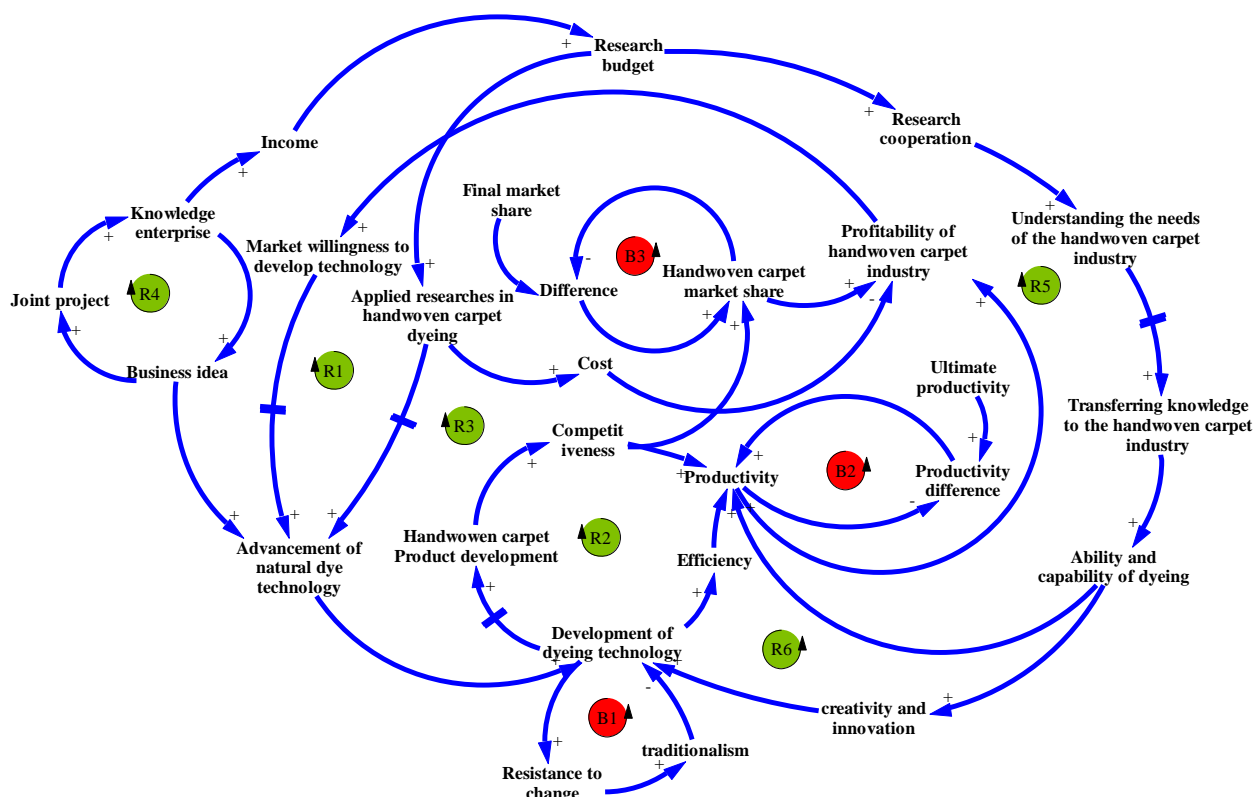
هم‌اکنون استفاده از فناوری به‌منظور افزایش بازدهی و عملکرد بهتر در زمینه‌هایی همچون نرم‌افزار رنگ همانندی که خطا را تا مقادیر بسیار کم کاهش می‌دهد، همچنین فناوری نانو در عصاره‌گیری رنگ، بهبود فرایند رنگرزی با رنگزاهای طبیعی، ارتقا نفوذپذیری رنگدانه و ثبات رنگ استفاده می‌شود (۷).

با این وجود در هر سیستم‌ای موانعی وجود دارد و داشتن نگاه سامانه‌ای و مرور سیستم می‌تواند اثرگذار باشد. شکل ۶ تأثیر حلقه‌های منفی بر سطح توسعه فناوری صنعت فرش دستباف را نشان می‌دهد. در حلقه‌های (B3, B2, B1) فناوری عاملی است که می‌تواند منجر به بوجود آمدن مقاومت در برابر تغییر شود. یکی از این مقاومت‌ها در صنعت فرش دستباف وجود افکار سنتی و عدم ریسک‌پذیری است که منجر به اجرایی نشدن و بی‌توجهی به پژوهش‌هایی که قابلیت و ارزش تجاری‌سازی دارند می‌شود. همچنین استفاده از ماشین‌آلات و فناوری‌های دیجیتالی ممکن است منجر به کاهش نیاز به رنگرزان شود. این موضوع می‌تواند نگرانی‌هایی درباره اشتغال و حقوق نیروی انسانی ایجاد کند. لذا سیاست‌هایی باید برای



شکل ۶: تأثیر حلقه‌های منفی بر توسعه فناوری صنعت فرش دستباف (حلقه B1, B2, B3) (نگارندگان).

Figure 6: The influence of negative circles on the development of handwoven carpet industry technology (B1, B2, B3) (authors).



شکل ۷: مدل پویای توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی در صنعت فرش دستباف (نگارندگان).

Figure 4: Dynamic model of technology development using natural dyes in the handwoven carpet industry (authors).

نیروهای جوان و خلاق ایده‌های جدید و کاربردی را با کمک فناوری‌های نوین طرح نموده و با نوآوری در تولید و فروش، توسعه محصولات جدید، بهبود فرایند تولید، کاهش ضایعات، افزایش زیست‌سازگاری، پایداری فرایندها و حداقل کردن هزینه‌ها بین سنت و نوگرایی ارتباط برقرار کرده است و زمینه را برای توسعه فناوری در صنعت فرش دستباف و ایجاد صنعتی پایدارتر فراهم آورد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری اختراعات موسوی با عنوان "طراحی مدل پویایی‌شناسی سیستم زنجیره تأمین فرش دستباف در راستای تعیین استراتژی مناسب توسعه فناوری" می‌باشد که با راهنمایی دکتر ایمان زکریایی کرمانی و مشاوره دکتر علی حاجی غلام سریزدی در دانشگاه هنر اصفهان ارائه شده است. این اثر تحت حمایت مادی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) برگرفته شده از طرح شماره «۴۰۲۴۲۷۴» انجام شده است.

تعارض منافع

در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

۴- نتیجه‌گیری

منبع اصلی رشد درآمد فعالان فرش، استمرار رشد بهره‌وری است و توسعه فناوری پایه اصلی در این رشد محسوب می‌شود. اعمال سیاست‌های فناوری رکن مهم راهبردی فرش دستباف است. در این راستا پژوهش حاضر با ایجاد چارچوب تحلیلی مناسب به بررسی توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی در صنعت فرش دستباف با رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم پرداخت. نتایج تحقیق در قالب حلقه‌های علی معلولی به نقش تعامل و همکاری مراکز علمی و پژوهشی، شرکت‌های دانش‌بنیان و روابط حاکم بر مدل در جهت پیشرفت فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی و رسیدن به سطح توسعه فناوری رنگرزی در صنعت فرش دستباف پرداخت. همان‌طور که روابط حاکم بر مدل تحقیق نشان می‌دهد بهره‌مندی از فناوری‌های جدید در رنگرزی با رنگزاهای طبیعی در راستای افزایش بازدهی، کاهش آلودگی و دوست‌دار محیط‌زیست بودن با ایجاد رقابت‌پذیری و افزایش سهم بازار فرش می‌تواند موجبات سودآوری بهتر را در این صنعت فراهم کرده و افزایش بهره‌وری و بهبود وضعیت کسب و کار در تجارت ملی و بین‌المللی را منجر شود. با توجه به مدل تحقیق مجموعه این عوامل متأثر از همکاری صنعت فرش دستباف با مراکز علمی پژوهشی، شرکت‌های دانش‌بنیان و انجام تحقیقات و پژوهش‌های کاربردی بیشتر است تا بتواند با استفاده از

۵- مراجع

1. Taheri F, Jafari R. Investigating the factors affecting the color change of wool fibers used in handmade carpets. *J Stud Color world*. 2021;11(2):43-52. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22517278.1400.11.2.4.4> [In Persian].
2. Mousavi A, Zakariaee Kermani I, Haji Gholam Saryazdi A. identifying and developing strategies for the use of natural dyes in the art of the handwoven carpet industry. *J Stud Color world*. 2023;13(1):51-61. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22517278.1402.13.1.4.6> [In Persian].
3. Mardasi F. Technology as a Challenge for Hand-woven Carpet. *Goljaam* 2012;8(21):9-16. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20082738.1391.8.21.2.5> [In Persian].
4. Oliveira CR, Oliveira PV, Pellenz L, Aguiar CR, Silva Júnior AH. Supercritical fluid technology as a sustainable alternative method for textile dyeing: An approach on waste, energy, and CO₂ emission reduction. *J Environ Sci*. 2024;140:123-45. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2023.06.007>.
5. Tabatabaei Hanzaei S. M. Creativity in the dyeing of raw materials: coloring and completion of pile yarns of iranian handmade carpets with swot analysis. *J Stud Color World*. 2023;13(3):301-311. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22517278.1402.13.3.5.1> [In Persian].
6. Mirzaei A, bagherizadeh F. The Effects of Technological Developments on the Methods of Dyeing Tribal Rugs in Fars Province. *J Stud Color World*. 2023;13(1):63-74. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22517278.1402.13.1.5.7> [In Persian].
7. Zare A, Tabatabaei S. M. New dyeing technology and finishings used in the floor coverings. *J Stud. Color World*. 2021;11(2):63-80. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22517278.1400.11.2.6.6> [In Persian].
8. Ponder C, Gregory B, Griffing E, Li Y, Overcash M. Life cycle comparison of carpet dyeing processes. *J Adv Manuf Process*. 2019;1(1-2):e10012. <https://doi.org/10.1002/am.p2.10012>.
9. Haji A. Methods of improvement of dyeability of wool with natural dyes. *J. Stud. Color World*. 2021;11(2):1-16. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22517278.1400.11.2.1.1> [In Persian].
10. Hosseinezhad M, Gharanjig K. Review of recent research into application of natural dyes in dyeing, food and dye-sensitized solar cells. *J. Stud. Color World*. 2017;7(1):17-27. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22517278.1396.7.1.3.3> [In Persian].
11. Elias AA. Energy efficiency in New Zealand's residential sector: A systemic analysis. *Energy policy*. 2008;36(9):3278-85. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.05.005>.
12. Haji Gholam Saryazdi A, Manteghi M. Systematic evaluation of group model building in qualitative system dynamics approach. *Manag Res Iran*. 2021;22(4):203-224 <https://dorl.net/dor/20.1001.1.2322200.1397.22.4.9.4> [In Persian].
13. Shafiee S, Jahanyan S, Ghatari AR, Hasanzadeh A. Developing sustainable tourism destinations through smart technologies: A system dynamics approach. *J Simul*. 2023;17(4):477-98. <https://doi.org/10.1080/17477778.2022.2030656>.
14. Shi T, Gill R. Developing effective policies for the sustainable development of ecological agriculture in China: the case study of Jinshan County with a systems dynamics model. *Ecol Econ*. 2005;53(2):223-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.08.006>.
15. Spector J.M, Christensen D.L, Sioutine A.V. McCormack D. Models and simulations for learning in complex domains: Using causal loop diagrams for assessment and evaluation. *Comput Hum Behav*. 2001;17(5-6):517-545. [https://doi.org/10.1016/S0747-5632\(01\)00025-5](https://doi.org/10.1016/S0747-5632(01)00025-5).
16. Machowski J, Lubosny Z, Bialek JW, Bumby JR. Power system dynamics: stability and control. John Wiley & Sons; 2020.
17. Haji Gholam Saryazdi A, Rajabzadeh Ghatari A, Mashayekhi A, Hassanzadeh A. Designing a qualitative system dynamics model of crowdfunding by document model building. *Qual Res Financ Mark*. 2020;12(2):197-224. <https://doi.org/10.1108/QRFM-07-2018-0082>.
18. Ahmadifard E, Karamidehkordi E. Analyzing silk hand woven carpet production methods in the rural communities of the zanzan county. *J. res. rural. planing*. 2018;6(4):145-64. <https://dorl.net/dor/10.22067/JRRP.V5I4.61638> [In Persian].
19. Ahmadifard E, Farhadian H. An Analysis of Transformation Institutions in the Knowledge and Innovation System of the Handmade Carpet Industry. *J Agric Sci Technol*. 2023;25(2):285-300. <https://dorl.net/dor/10.52547/jast.25.2.285> [In Persian].
20. Shavandi Z, Mazroui Nasrabadi E. Designing a Model for Cooperation-competition Incentives (Case Study: Iranian Handmade Carpet Art-industry). *J Bus Manag*. 2020;12(2):357-77. <https://doi.org/10.22059/JIBM.2019.285885.3586> [In Persian].
21. Yadav US, Tripathi R, Tripathi MA. Digital analysis of the transformation of institutions in the knowledge and innovation system of the handmade carpet industry. *SEDME*. 2022;49(1):107-24. <https://doi.org/10.1177/09708464221096903>.
22. Zegordi SH, Omid A. Efficiency assessment of Iranian handmade carpet company by network DEA. *Sci Iran*. 2018;25(1):483-91. <https://doi.org/10.24200/Sci.2017.20006> [In Persian].
23. Kumar S, Choudhary A. Analysis of relation between productivity and working efficiency on employee job satisfaction in indian carpet industry. *J Mountain Res*. 2023;18(1):211-216. <https://doi.org/10.51220/jmr.v18i1.23>.
24. Shrestha SK, Nepal's Carpet Industry in the Era of Globalization and Competition [Master's thesis]. International Institute of Social Studies; 2003.
25. Shamsnateri A, Veysian M. Past, present, and future of application of natural dyes in hand-woven carpets. *J Stud Color world*. 2021;11(2):33-42. <https://doi.org/20.1001.1.22517278.1400.11.2.3.3> [In Persian].

How to cite this article:

Mousavi A, Zakariaei Kermani Iman, Haji Gholam Saryazdi A. Designing of the technology development model the use of natural dyes in the handwoven carpet industry with a qualitative system dynamics approach. *J Stud Color World*. 2024;14(4):285-301. <https://doi.org/10.30509/jscw.2024.167333.1196> [In Persian].