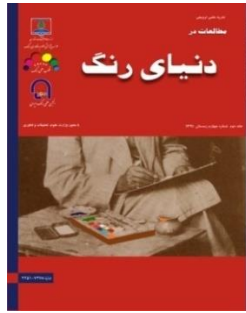


مقاله پذیرفته شده



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

اخترالسادات موسوی، ایمان زکریایی کرمانی، علی حاجی غلام سریزدی

JSCW-2406-1196

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳-۰۳-۲۵

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳-۰۶-۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳-۰۶-۲۸

خواهشمند است این مقاله به صورت زیر در مراجع قید شود:

۱. موسوی، ا. زکریایی کرمانی، ع. حاجی غلام سریزدی، "ارائه مدل توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی در صنعت فرش دستباف با رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم"، نشریه علمی مطالعات در دنیای رنگ، JSCW-2406-1196، ۱۴۰۳. این فایل pdf مقاله ویرایش نشده است که برای چاپ پذیرفته شده است. ماکت مقاله توسط دفتر نشریه مطالعات در دنیای رنگ تهیه شده و قبل از چاپ برای ویرایش نهایی به نویسنده مسئول مقاله ارسال می‌شود.

مقاله پذیرفته شده

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، صندوق‌پستی: ۱۷۴۴.

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

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

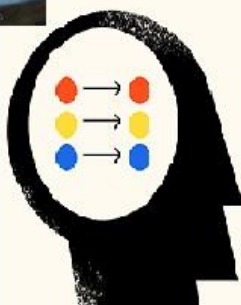
۸۹۱۵۸۷۳۷۶۳

* i.zakariaee@aui.ac.ir

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 علی‌حلقوی، 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 تعامل و ارتباط پژوهشگاه‌ها و صنعت فرش دستباف علاوه بر آگاهی و شناخت از نیازهای صنعت فرش دستباف منجر به انتقال دانش و تجربه، افزایش قابلیت‌های رنگرزان و هنرمندان این عرصه، بالارفتن سهم بازار فرش دستباف و در نهایت بهره‌وری و سودآوری بازار فرش دستباف خواهد شد که همین امر تمایل بازار را جهت توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی افزایش داده و منجر به توسعه فناوری در صنعت فرش دستباف خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: فناوری، صنعت فرش دستباف، رنگرزی، رنگزاهای طبیعی، پویایی‌شناسی کیفی سیستم



تفکر خطی

تفکر سیستمی



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.

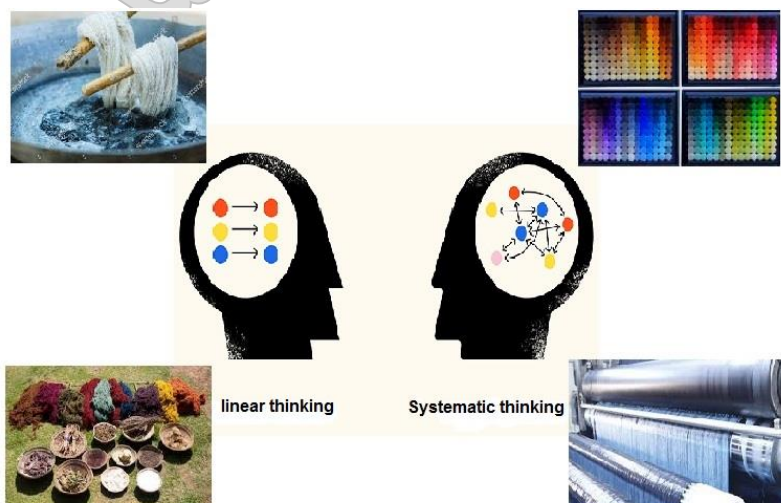
2- Handicrafts Faculty, Art University of Isfahan, P. O. Box: 1744, Isfahan, Iran

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

Abstract

Natural dyeing has been an integral part of the Iranian handwoven carpet from the past to the present. Recently, the re-interest in the use of natural dyes in textile dyeing has expanded. In this regard, the purpose of this study is to provide a dynamic model for the development of 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 technology development of natural dyes in the handwoven carpet industry have been identified and finally showed by the conceptual model of factors and relationships between the research variables. The results show that the interaction and connection of handwoven carpet research and industry in addition to knowing and understanding the needs of the handwoven carpet industry leads to the transfer of knowledge and experience, increased the capabilities of the dye and artists in the field, the increase in handwoven carpet market share and ultimately the productivity and profitability of handwoven carpet market This will increase the market's tendency to develop technology for the use of natural dyes and will lead to the development of technology in the handwoven carpet industry.

Keywords: Technology, Handwoven Carpet Industry, Dyeing, Natural dyes, Qualitative System Dynamics



مقاله پذیرفته شده

۱- مقدمه

فرش دستباف به عنوان یکی از هنرهای اصیل ایرانی 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 به عنوان یکی از معیارهای تعیین‌کننده‌ی 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 رنگرهای 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 بهرمندی از فناوری‌های نوین در صحنه رقابت موفق ظاهر شود. ورود فناوری به هنر صنعت فرش دستباف می‌تواند باعث بهره‌وری بهتر از مواد اولیه، تغییر فرآیندهای تولید، بازدهی سرمایه و بهبود قدرت رقابت شود. امروزه ورود فناوری در فرآیندهای مختلف همچون ریسندهی، 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. چرا که افراد مشغول در این حوزه، فارغ از نگاه استراتژیک 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 تأثیر 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 به منظور بهبود فرآیندهای رنگرزی و در راستای افزایش بهره‌وری، پیشرفت و ارتقاء جایگاه هنر صنعت فرش دستباف است.

الیویرا و همکاران^۱ (۲۰۲۴) در پژوهشی به نقش نوآوری در زنجیره تولید به ویژه فرآیندهای رنگرزی سنتی پرداخت. نتایج نشان داد فناوری سیال فوق بحرانی به منظور رنگرزی منسوجات با هدف کاهش ضایعات، انرژی، مصرف آب و مواد شیمیایی به عنوان یک فرآیند تمیز و کارآمد برای آینده نساجی پایدار می‌تواند ثمربخش واقع شود (۴).

موسوی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی با هدف شناسایی و بکارگیری راهبردهای گسترش رنگرهای 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 رنگرهای 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).

طباطبائی هنزایی (۱۴۰۲) در پژوهشی به نقش خلاقیت در رنگرزی فرش دستباف با استفاده از تکنیک SWOT^۳ پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد استفاده از فناوری‌های جدید با رویکرد حفاظت محیط‌زیست در تمامی مراحل فرآیندهای رنگرزی مهمترین راهبرد خلاقانه در راستای هدف تحقیق است (۵).

میرزایی و باقری‌زاده (۱۴۰۲) 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 رنگ‌های 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 (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان فناوری‌های رنگرزی و تکمیل‌های نوین مورد استفاده در صنعت منسوجات و کف‌پوش به این نتیجه رسیدند 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 همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی به مقایسه چرخه حیات فرآیندهای رنگرزی فرش پرداختند. این مقاله با هدف مقایسه مستقیم فرآیندهای رنگرزی فرش به منظور شناخت تغییرات تکنولوژیکی و ردیابی پیشرفت‌های رنگرزی تولید فرش با تکامل فناوری است. نتایج این تحقیق نشان داد در چرخه حیات جدیدترین فرآیندهای پیشرفته رنگرزی محلول، کمترین میزان انرژی و آب را نسبت به فناوری‌های قدیمی از جمله بک^۵ و اسکاج در رنگرزی مصرف می‌کند (۸).

حاجی (۱۴۰۰) در پژوهشی به مروری بر روش‌های بهبود رنگرزی الیاف پشم با مواد رنگرزی طبیعی با هدف راندمان جذب مواد رنگزا به الیاف و

¹ Oliveira

² Strength Opportunity Aspiration Result

³ Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

⁴ ponder

⁵ Beck

مقاله پذیرفته شده

بهبود خواص ثباتی رنگرزی پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد روش‌هایی همچون دندان‌های زیستی، کاربرد امواج فراصوت و ریز موج در رنگرزی و اصلاح سطح الیاف با پلاسما، آنزیم و مواردی همچون دندریمر، سیکلودکسترین و کیتوسان می‌تواند مؤثر واقع شود (۹). حسین‌نژاد و قرن‌جیگ (۱۳۹۶) 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 نو 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 سیستمیک 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 بهرمندی از رویکرد پویایی‌شناسی کیفی سیستم به جهت درک بهتر از مکانیزم‌های موجود و روابط متغیرها گام برداشته شود.

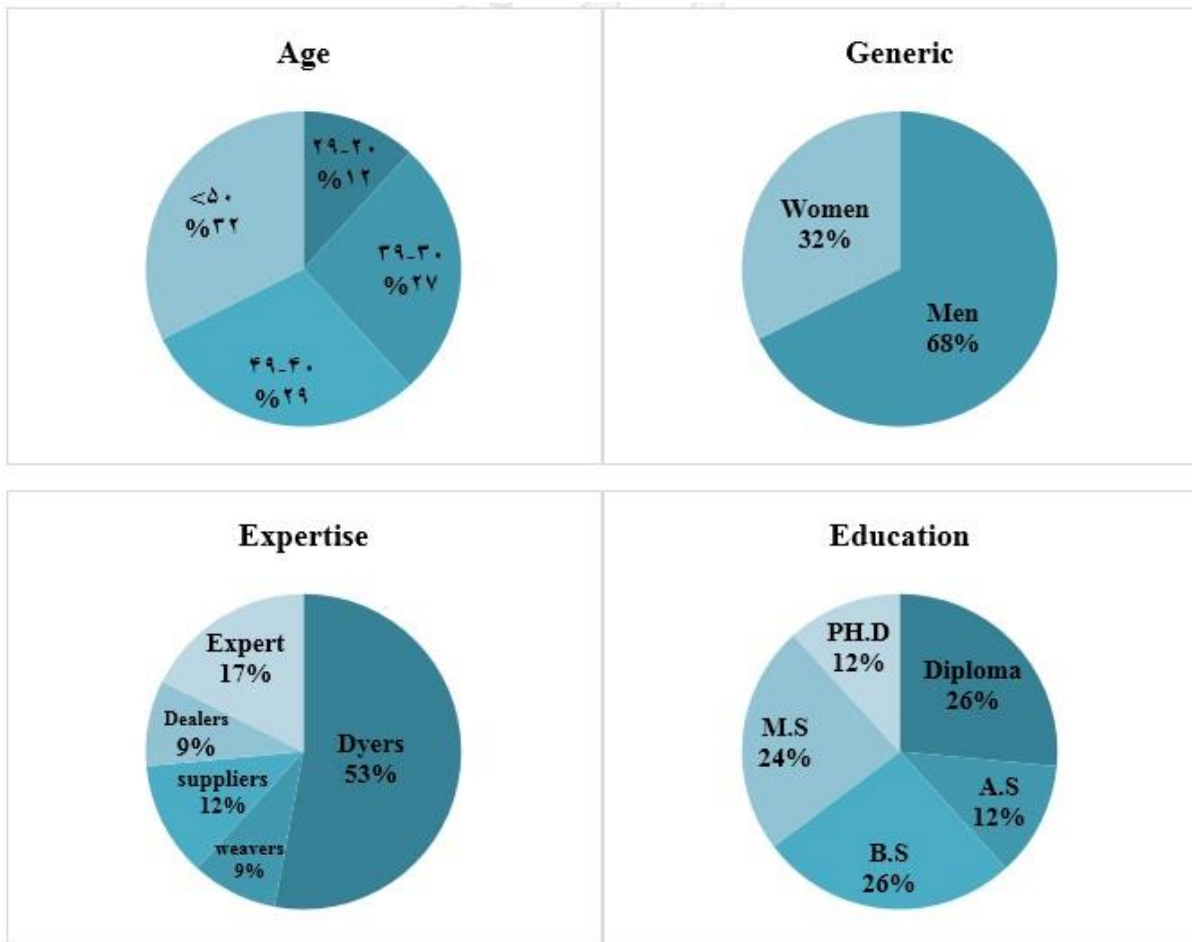
۲- بخش تجربی

۱-۲- 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 بهرمندی از مدل‌های ذهنی متخصصان و خبرگان با استفاده از روش مصاحبه نیمه ساختار یافته گردآوری شده است. مدل‌سازی گروهی با تکیه بر 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 است (شکل ۱).

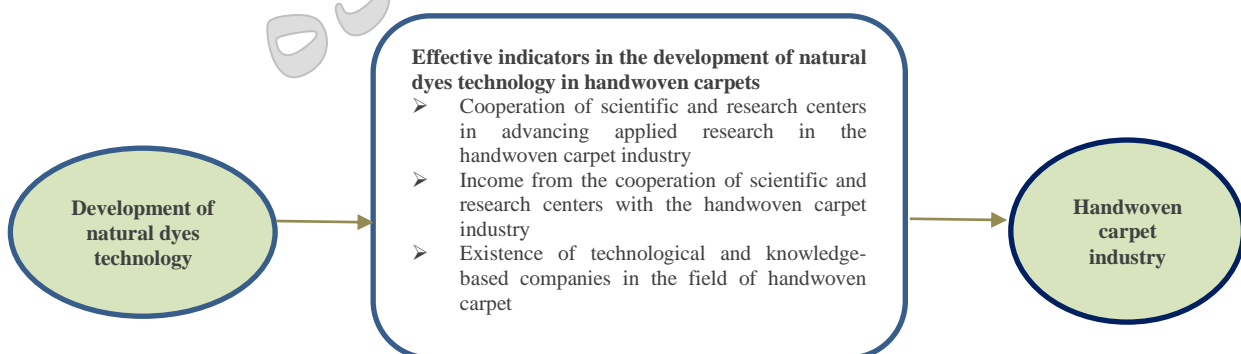
مقاله پذیرفته شده

مقاله پذیرفته شده



شکل ۱: مشخصات افراد مشارکت‌کننده در جلسات مدل‌سازی گروهی تحقیق (نگارندگان)
Figure 1: Profiles of people participating in research group modeling sessions (authors)

به منظور حصول اهداف تحقیق، ابتدا با بهرمندی 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.



شکل ۲: مدل مفهومی توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی در صنعت فرش دستباف (نگارندگان).

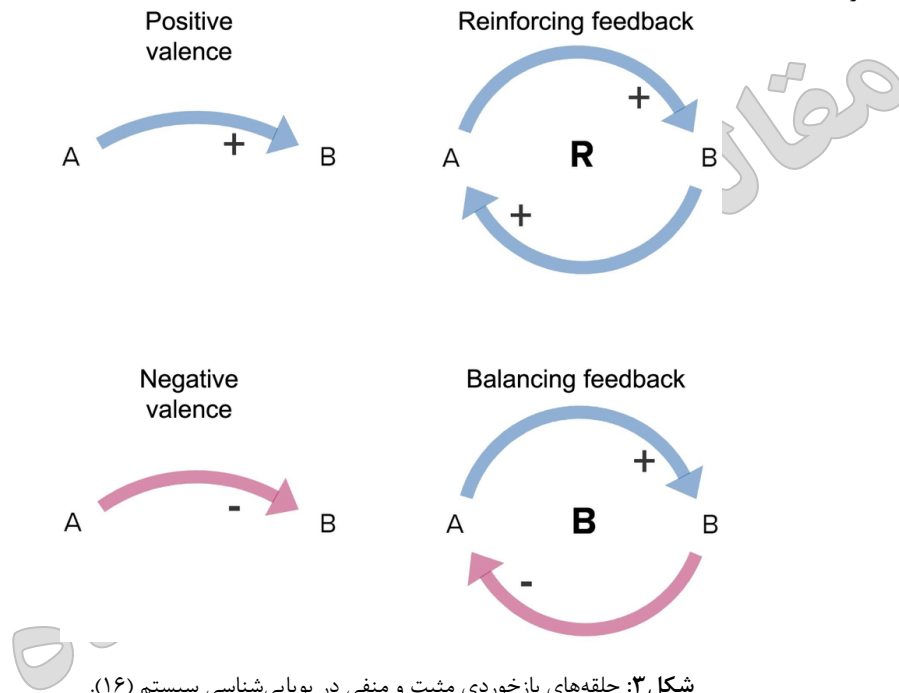
Figure 2: Conceptual model of technology development using natural dyes in the handwoven carpet industry (authors).

رویکرد پویایی‌شناسی سیستم، روشی برای بررسی و آنالیز سیستم‌ها و پاسخ به مسائل مبهم 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

مقاله پذیرفته شده

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). چرا که نرخ تغییرات کوچک در سیستم می‌تواند در طولانی‌مدت نتایج را دچار تغییر بزرگی کند (۱۴). در این رویکرد با تمرکز بر درک بازخوردها و نگاه سیستمی 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 سیستمی 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 سیستماتیک 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 ارتقاء سازمان در اختیار مدیران و فعالان در سیستم قرار دهد. 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 گسترده‌گی 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 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 شبیه سازی دارد استفاده شده است (۱۷).



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

مقاله پذیرفته شده

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)
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)

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 (R2, R1)، 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 رنگرهای طبیعی و بهینه‌سازی فرآیند کاربرد آن‌ها جهت کاهش آلودگی ناشی از فرآیند 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 رنگرهای طبیعی در راستای کاهش زمان، هزینه و دوستدار محیط‌زیست بودن به دلیل عدم بهره‌گیری از مواد معدنی حائز اهمیت است (۲). فناوری‌های پیشرفته از جمله فناوری ماشین‌آلات مناسب رنگرهای گیاهی، نرم‌افزارهای کنترل عددی، سیستم‌های مانیتورینگ پیشرفته و بهینه‌سازی مصرف منابع همچون حفظ انرژی، آب و مواد اولیه علاوه بر بهبود فرآیند 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

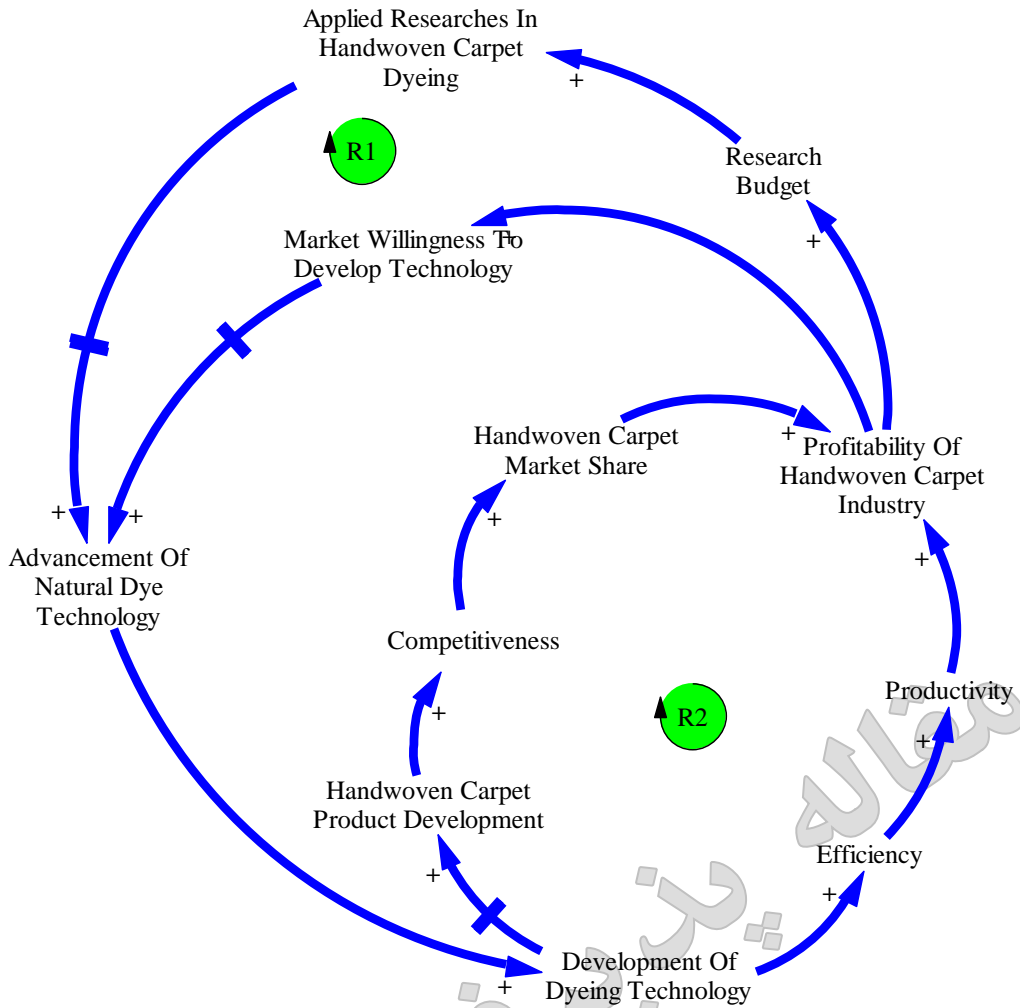
مقاله پذیرفته شده

افزایش رقابت پذیری، سهم بازار فرش دستباف در عرصه ملی و بین المللی 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 (۱۴۰۲)، موسوی و همکاران (۱۴۰۲) و حاجی (۱۴۰۰) 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 در صدد 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 توانمندسازی رنگرزان علاوه بر تأثیر مستقیم بر کیفیت فرآیندها و کاهش زمان انجام فرآیند 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 بهرمندی از خلاقیت و نوآوری در توسعه فناوری استفاده از رنگزاهای طبیعی به همراه دارد که خود عاملی جهت بالابردن بهره‌وری و سوددهی در صنعت فرش دستباف می‌باشد. از طرفی وجود شرکت‌های فناور 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 بدنبال 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 فناور و دانش‌بنیان نقش مهمی در بهبود بهره‌وری و ایجاد تحول در تولید بخصوص در رنگزاهای طبیعی به دلیل پروسه طولانی استخراج و جذب رنگزا دارد. استفاده از ماشین‌آلات پیشرفته در فرآیند تولید، می‌تواند به نوعی بهره‌وری رنگرزان را افزایش دهد، که این امر به کاهش زمان و هزینه تولید کمک می‌کند. 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 فرآیند رنگرزی با رنگزاهای طبیعی، ارتقاء نفوذپذیری رنگدانه و ثبات رنگ استفاده می‌شود (۷).

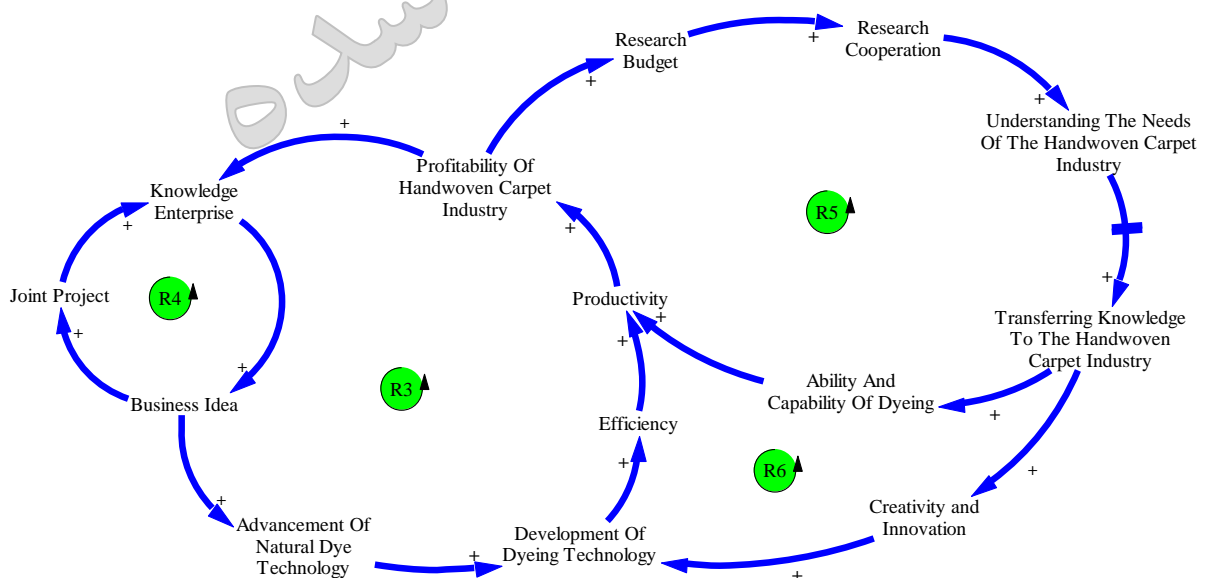
پذیرفته شده

مقاله پذیرفته شده



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).

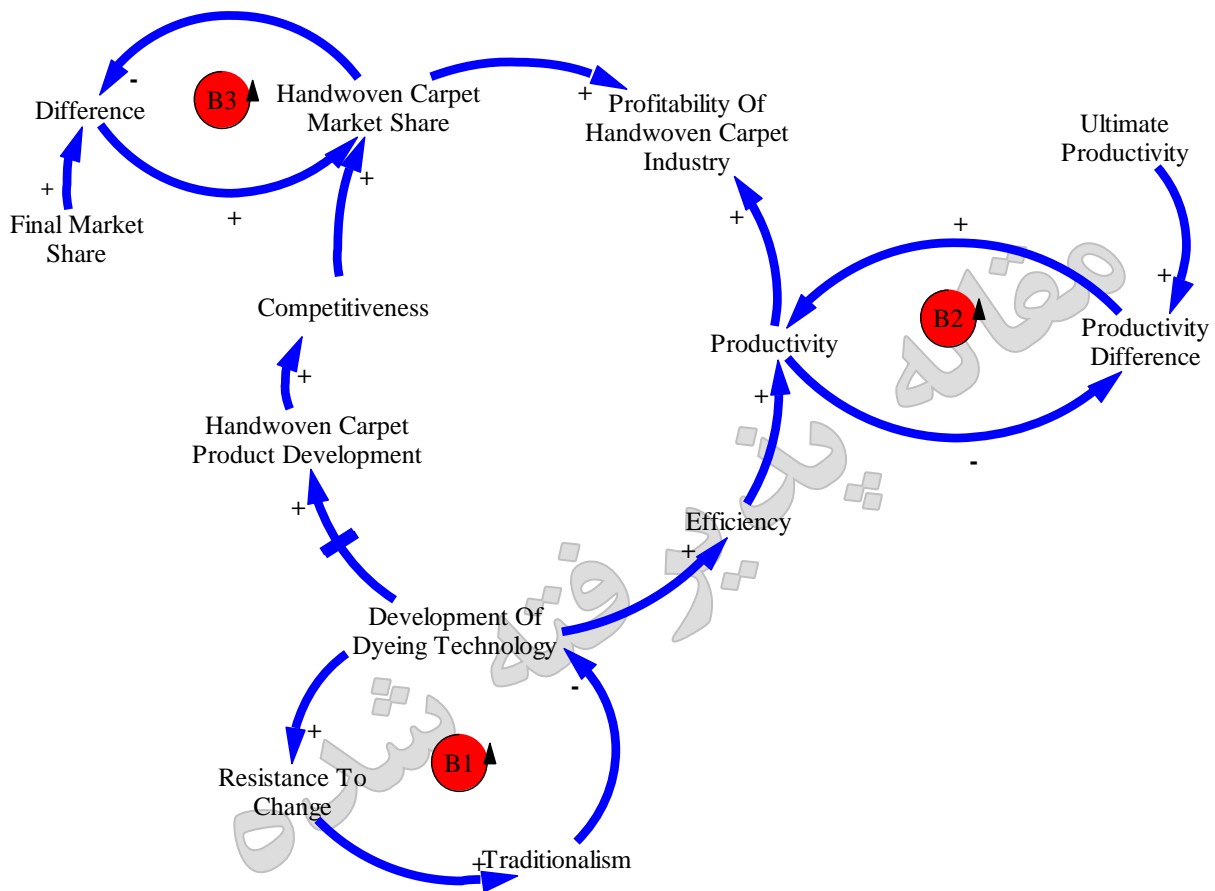


شکل ۵: تأثیر مثبت همکاری مراکز علمی پژوهشی در توسعه فناوری صنعت فرش دستباف (حلقه R6,R5,R4,R3) (نگارندگان).

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).

مقاله پذیرفته شده

با این وجود در هر سیستمی موانعی وجود دارد و داشتن نگاه سیستمی 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 دیجیتال 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 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.



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

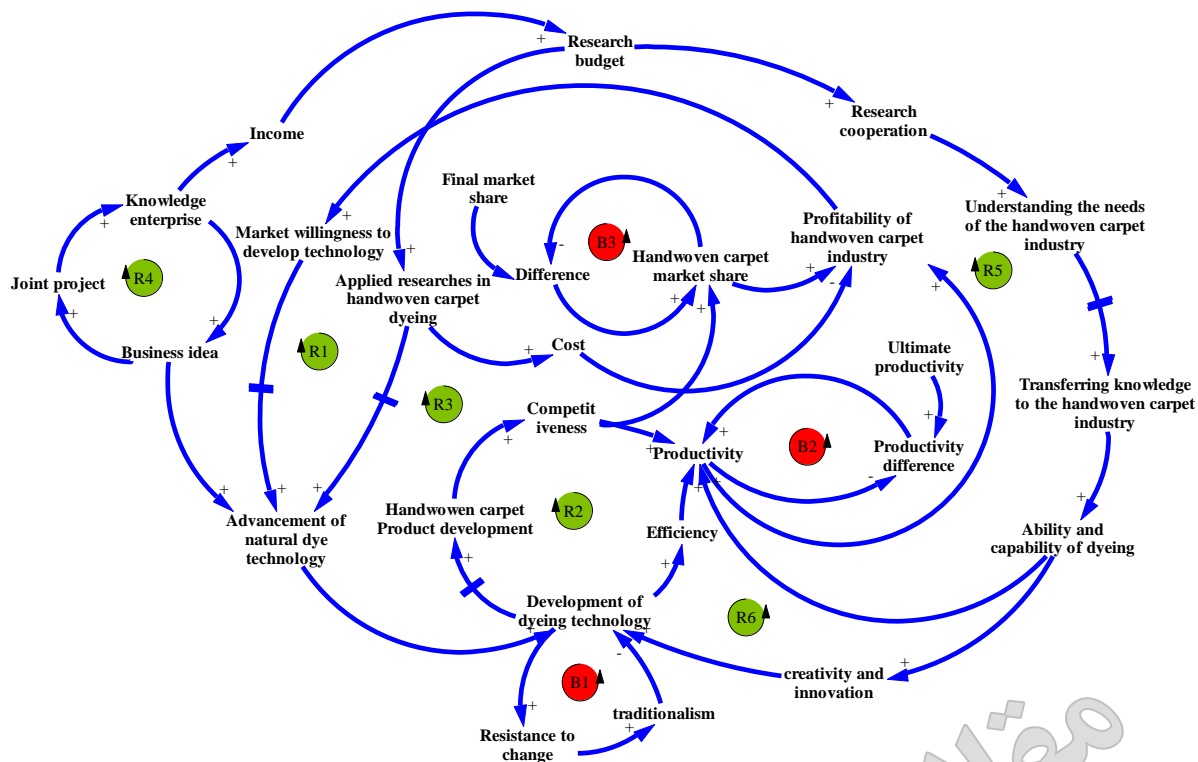
Figure 6: The influence of negative circles on the development of handwoven carpet industry technology (B3, B2, B1) (authors)

با ملاحظه مدل علت و معلولی مؤلفه‌های مؤثر بر توسعه فناوری و پیشرفت استفاده از رنگ‌زاهای طبیعی در صنعت فرش، می‌توان حلقه‌های تقویت‌کننده^۱ و متوازن‌کننده^۲ را مبنای تحلیل روابط بین این مؤلفه‌ها قرار داد.

^۶ Reenforcing loop

^۷ Balancing loop

مقاله پذیرفته شده



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)

۴- نتیجه گیری

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 استراتژی 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 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 فرآیند تولید، کاهش ضایعات، افزایش زیست‌سازگاری، پایداری فرآیندها و حداقل کردن هزینه‌ها بین سنت و مدرنیته ارتباط برقرار کرده 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 نگارنده اول با عنوان "طراحی مدل پویایی‌شناسی سیستم زنجیره تأمین فرش دستباف در راستای تعیین استراتژی مناسب توسعه فناوری" می‌باشد که با راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم 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.

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/amp2.10012>.
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. *IQBQ*. 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. *Ecological economics*. 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. *Computers in Human Behavior*. 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. *QRFM*. 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 Zanjan County. *JRRP*. 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. *JAST*. 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). *JIBM*. 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. *Scientia Iranica*. 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. *ISS*; 2003 Dec.
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].