

## Design of Supply Chain Strategies Model Using System Dynamics (SD) in Wood and Paper Industry

**Mohammad Ali  
Enayati Shiraz** 

Department of Industrial Administration,  
Central Tehran Branch, Islamic Azad  
University, Tehran, Iran.

**Seyyed Abdolla  
Heydariyeh** 

Department of Industrial Administration,  
Semnan Branch, Islamic Azad University,  
Semnan, Iran.

**Mohammad Ali Afshar  
kazemi** 

Department of Industrial Administration,  
Central Tehran Branch, Islamic Azad  
University, Tehran, Iran.

### Abstract

Supply chain management can lead to a sustainable competitive advantage. The present study is in search of paper industry supply chain strategies with respect to supply chain dynamics and lean supply chain using dynamics in order to gain a competitive advantage in Iran Wood and Paper Industries Company (Chooka). For this purpose, first, using organizational data and decision makers' participation, the system dynamics model was designed and after validation, the model was simulated in a ten-year horizon. According to the behavior of target variables and model sensitivity analysis in the simulation horizon, policies in line with lean supply chain strategy and sustainable profitability strategy of Chooka business were designed and applied separately and in combination to the model. And analyzed. According to the findings of the model simulation, productivity promotion policies through the use of lean methods in internal processes, increasing the quality of paper products, increasing innovation in the production and supply of paper products, improving raw material supply management And strategic partnership with suppliers of raw materials, industrial waste management, waste and solid waste management and staff empowerment have been presented as the best combined policies of the supply chain strategy of Iran's wood and paper industries.


**Keywords:** Supply Chain Strategies, Lean Supply Chain Strategy, System Dynamics, Iran Wood and Paper Industries.

\* Corresponding Author: a.heidariyeh@semnaniau.ac.ir


**How to Cite:** Enayati Shiraz, M. A., Heydariyeh, S. A., Afshar kazemi, M. A., (2022). Design of Supply Chain Strategies Model Using System Dynamics (SD) in Wood and Paper Industry, *Journal of Industrial Management Studies*, 20(64), 153-182.

## طراحی مدل استراتژی‌های زنجیره تأمین با رویکرد پویایی سیستم در صنعت چوب و کاغذ


گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی،  
تهران، ایران.

محمدعلی عنایتی شیراز 

گروه مدیریت صنعتی، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان،  
ایران.

سید عبدالله حیدریه \*

گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی،  
تهران، ایران.

محمدعلی افشار کاظمی 

### چکیده

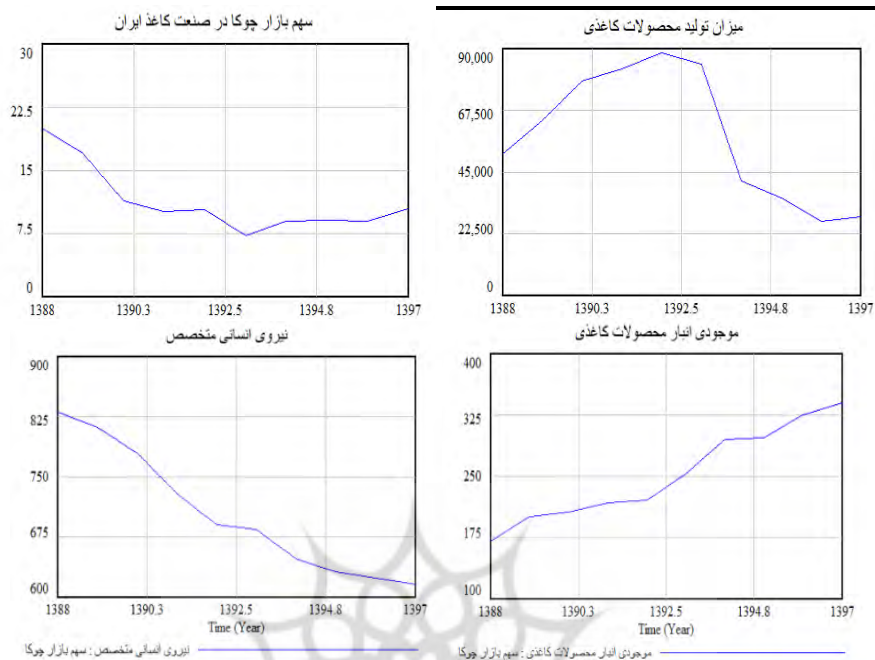
مدیریت زنجیره تأمین می‌تواند موجب دستیابی به مزیت رقابتی پایدار شود. پژوهش حاضر در جستجوی استراتژی‌های زنجیره تأمین صنعت کاغذ با توجه به پویایی زنجیره تأمین و استراتژی زنجیره تأمین ناب با استفاده از پویایی‌شناسی به منظور کسب مزیت رقابتی در شرکت صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) است. برای این منظور ابتدا پس از مرور ادبیات با مشارکت تصمیم‌گیران و داده‌های چوکا، مدل پویایی سیستم طراحی و پس از اعتبارسنجی، مدل در افق ده ساله شبیه‌سازی انجام گردید. با توجه به رفتار متغیرها و تحلیل حساسیت مدل در افق شبیه‌سازی، سیاست‌هایی در راستای استراتژی زنجیره تأمین ناب و استراتژی سودآوری پایدار کسب و کار چوکا طراحی و به صورت جداگانه و ترکیبی بر روی مدل اعمال شد و نتایج مقایسه و رفتار متغیرهای هدف تجزیه و تحلیل گردید. با توجه به یافته‌های حاصل از شبیه‌سازی مدل، سیاست‌های ارتقا بهره‌وری از طریق به کارگیری شیوه‌های ناب در فرآیندهای داخلی، افزایش کیفیت محصولات کاغذی، افزایش نوآوری در تولید و عرضه محصولات کاغذی، بهبود مدیریت تأمین مواد اولیه و مشارکت استراتژیک با تأمین‌کنندگان مواد اولیه، مدیریت پساب‌های صنعتی، مدیریت ضایعات و پسماند جامد و توانمندسازی کارکنان به عنوان بهترین سیاست‌های ترکیبی استراتژی زنجیره تأمین صنایع چوب و کاغذ ایران ارائه شده است.

**کلیدواژه‌ها:** استراتژی‌های زنجیره تأمین، استراتژی زنجیره تأمین ناب، پویایی سیستم، صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا).

\* نویسنده مسئول: a.heidariyeh@semnaniau.ac.ir

## مقدمه

امروزه پژوهشگران و مدیران معتقدند که توجه به مدیریت زنجیره تأمین می‌تواند موجب دستیابی به مزیت رقابتی پایدار شود (هاشمی‌پطردی، ۲۰۱۸). افزایش رقابت در دنیای امروز ایجاب می‌کند که هر سازمانی برای داشتن توان رقابتی در بازار، به دنبال بهبود مستمر فرآیندهای خود و کسب مزیت رقابتی در محیط کسب‌وکار جدید باشد (صادقی مقدم و همکاران، ۲۰۱۶). کسب مزیت رقابتی در صنعت کاغذ با توجه به چالش‌های پیش روی این صنعت شامل کمبود ماده اولیه، نبود برنامه بلندمدت جامع و کاربردی، وجود فاصله زیاد بین دانشگاه و مراکز صنعتی و فرسودگی ماشین‌های تولیدی اهمیت بیشتری دارد (بهمنی و همکاران، ۲۰۱۱). شرکت صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) در مواجهه با چالش‌های اخیر صنعت چوب و کاغذ در کشور، بحران‌های بسیاری را تجربه کرده است. بررسی روند سهم بازار و میزان تولید محصولات کاغذی، موجودی انبار محصولات کاغذی و نیروی انسانی متخصص در شرکت صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) در سال‌های ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۷ همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، روند نسبتاً نزولی و کاهش سهم بازار چوکا با کل رقبای ایرانی، میزان تولید، نیروی انسانی را شاهد هستیم. البته روند موجودی انبار هم روبه افزایش بوده است. با توجه به شرایط نامساعد سال‌های اخیر شرکت، اهداف و برنامه‌های تعریف‌شده در اجرا با مشکلاتی ناشی از به تأخیر افتادن روند بازسازی و پیشامدهای غیرمنتظره و همچنین کمبود منابع پولی و عدم تأمین مواد اولیه و شیمیایی و بحران‌های کارگری سد عظیمی در رسیدن به اهداف تعریف‌شده در برنامه‌بودجه تنظیمی بوده است.



شکل ۱. سهم بازار در صنعت کاغذ ایران (درصد)، میزان تولید محصولات کاغذی (تن)، میزان موجودی (تن) و نیروی انسانی متخصص (نفر) شرکت صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) طی سال‌های ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۷

با توجه به تأکید پژوهشگران در به کارگیری شیوه‌های ناب در فرآیندهای زنجیره تأمین به منظور کسب مزیت رقابتی پژوهش حاضر در جستجوی شناخت استراتژی‌های مدیریت زنجیره تأمین صنعت کاغذ با توجه به پویایی زنجیره تأمین و به کارگیری زنجیره تأمین ناب با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم ۱ (SD) زنجیره تأمین صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) است.

### مبانی و پیشینه پژوهش

مدیریت زنجیره تأمین: مدیریت زنجیره تأمین شامل یکپارچه‌سازی فعالیت‌های زنجیره تأمین و نیز جریان‌های اطلاعاتی مرتبط با آن‌ها از طریق بهبود در روابط زنجیره تأمین برای

## 1. System Dynamics (SD)

دستیابی به مزیت رقابتی قابل اتکا است (غضنفری و همکاران، ۲۰۱۵).

- استراتژی زنجیره تأمین ناب: مؤلفه‌های استراتژی زنجیره تأمین ناب شامل مشارکت استراتژیک تأمین‌کننده، ارتباط با مشتری، تسهیم اطلاعات، شیوه‌های ناب داخلی است: ۱- مشارکت استراتژیک تأمین‌کننده: رابطه‌ای بلندمدت بین سازمان و تأمین‌کننده تا منافع قابل توجهی در دست داشته باشند (کیز و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰). ۲- ارتباط با مشتریان: یک راهبرد کسب‌وکار برای مدیریت متقابل با مشتریان به منظور بهینه‌سازی ارزش و رضایتمندی بلندمدت مشتریان است (محرم‌زاده و همکاران، ۲۰۱۹). ۳- تسهیم اطلاعات: توانایی تسهیم دانش با شرکای زنجیره تأمین به شیوه‌ای اثربخش و کارا (ژو و لی<sup>۲</sup>، ۲۰۲۰). ۴- به‌کارگیری شیوه‌های ناب داخلی: به‌کارگیری شیوه‌های از بین بردن مواد زائد، هزینه، زمان اضافی و غیره در سیستم تولید است (لی و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵).

بررسی پیشینه در حوزه مطالعات زنجیره تأمین؛ هاشمی پطرودی و همکاران (۲۰۱۸) به‌مرور نظام‌مند ادبیات راهبرد زنجیره تأمین پرداختند. آفونسه و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۵) توسعه چارچوب عملکرد ناب زنجیره تأمین در یک شرکت متوسط: چشم‌انداز مبتنی بر کارت امتیازی متعادل پرداختند. کومار و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی توسعه استراتژی مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین را از عوامل موفقیت پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین بیان کردند. پریک و همکاران (۲۰۲۰) به ارزیابی زنجیره تأمین تراشه‌های چوب در صربستان پرداختند. در مطالعات حوزه زنجیره تأمین ناب ژو و لی (۲۰۲۰) بر پیاده‌سازی شیوه‌های زنجیره تأمین ناب تأکید کردند. در دسته مطالعات مدل‌سازی پویایی سیستم به پژوهش‌های محقر و پطرودی (۲۰۱۷) زنجیره تأمین یک محصول جدید مبتنی بر رویکرد پویایی‌های سیستم، داوودی و فروتن‌چهر (۲۰۱۹) سیستم سفارش‌گذاری در مدیریت زنجیره تأمین ساپکو اشاره کرد. مطالعات صنعت چوب و کاغذ ایران بهمنی و همکاران (۲۰۱۱) در ارزیابی چالش‌های صنعت کاغذ، کمبود ماده اولیه، نبود برنامه بلندمدت جامع و کاربردی، وجود

---

1. Cees et al.  
2. Zhou & Li  
3. Li et al  
4. Afonso & Cabrita

فاصله زیاد بین دانشگاه و مراکز صنعتی و فرسودگی ماشین‌های تولیدی را به‌عنوان مهم‌ترین چالش‌ها شناسایی کردند. رمضانیان و همکاران (۲۰۱۳) به شناسایی پیچیدگی زنجیره تأمین کاغذ بر مبنای تئوری محدودیت‌ها پرداختند. جدول ۱ خلاصه برخی از مطالعات این حوزه را نشان می‌دهد.

جدول ۱. خلاصه مطالعات پیشین در بررسی پیشینه پژوهش حاضر

نویسنده	عنوان پژوهش	روش	یافته‌های پژوهش
ژائو و همکاران (۲۰۲۱)	مدل شبکه ناب زنجیره تأمین	تحلیل شبکه پیچیدگی	یک مرجع روش شناختی برای ساختار ناب زنجیره تأمین فراهم می‌کند.
وفایی نژاد و همکاران (۲۰۱۹)	زنجیره تأمین پایدار کاغذ	مدل‌سازی ریاضی	مدل‌سازی ریاضی چند هدفه مدیریت پایدار زنجیره تأمین در صنعت کاغذ
درویشی و همکاران (۲۰۲۱)	اثر شوک ارزی بر واردات چوب	رگرسیون پانل دیتا	محیط پرتلاطم باعث کاهش تأثیر شوک مثبت ارزی و افزایش تأثیر شوک منفی ارزی بر مقدار واردات چوب، انواع کاغذ شده است.
دشتی و همکاران (۲۰۲۱)	عوامل مؤثر بر واردات کاغذ	آزمون باند کرانه‌ها	تولید ناخالص داخلی و تولید داخلی چوب از جنگل‌های شمال بیشترین تأثیر را بر واردات کاغذ داشته‌اند.

مدل‌سازی‌های مطالعات پیشین متمرکز بر شناسایی روابط بین متغیرها و نهایتاً مدل‌های ریاضی بهینه‌سازی هستند و مدل‌های پویایی سیستم زنجیره تأمین محدود هستند و تاکنون پویایی‌های سیستم زنجیره تأمین به‌صورت یکپارچه با توجه به مزیت رقابتی و زنجیره تأمین ناب کمتر مورد بحث است. از طرفی در زنجیره تأمین صنعت چوب و کاغذ ایران، پژوهشی صورت نگرفته است.

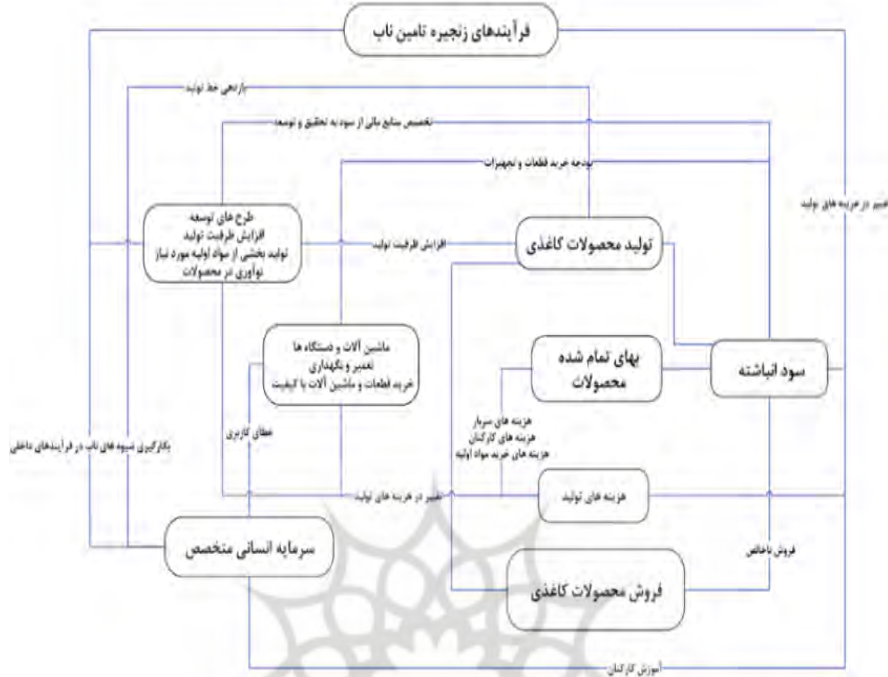
## روش

روش شناسایی پویایی سیستم گام‌هایی را دربر می‌گیرد گام اول: شناسایی و تعریف مسئله: مهم‌ترین گام در مدل‌سازی، شناسایی و تعریف مسئله است. گام دوم: شناسایی فرضیه‌های پویا: هنگامی که مسئله تعریف و افق زمانی مناسب برای آن تعیین شد، مدل‌سازان به ارائه یک فرضیه به نام فرضیه‌ی پویا می‌پردازند. گام سوم: یک-مدل مفهومی (نمودار حلقه‌ی

علّی): پس از شناسایی فرضیه‌های پویا، ساختن مدل مفهومی (نمودار علّی) رابطه‌ی بین پدیده‌ها را بیان می‌کند. گام سوم: دو- ترسیم نمودار جریان مدل؛ گام چهارم: شبیه‌سازی و اعتبارسنجی مدل؛ گام پنجم: تعریف سناریوهای مختلف، انتخاب و پیاده‌سازی راه‌حل مناسب (استرمن، ۲۰۰۰). گردآوری داده‌ها با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و داده‌های مدل بر اساس مستندات و گزارش‌های شرکت صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) و نیز مشارکت تصمیم‌گیران این شرکت گردآوری شده است. مدل پویایی سیستم در نرم‌افزار ونسیم شبیه‌سازی شده است.

### یافته‌ها

تعریف دقیق مسئله: با توجه مسئله پژوهش روند ده ساله متغیرهای اصلی زنجیره تأمین صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) موردبررسی قرار گرفت و منطبق با مسئله پژوهشی نمودار زیرسیستم مدیریت زنجیره تأمین کاغذ مبتنی بر مزیت رقابتی همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود شناسایی گردید. زیرسیستم‌ها بر مبنای مدیریت زنجیره تأمین صنعت کاغذ و فرآیندهای زنجیره تأمین ناب طراحی شد. با توجه به زیر سیستم‌های شناسایی‌شده؛ برای هر یک از این زیرسیستم‌ها با استفاده از ادبیات پژوهش و پیشینه و نیز با استفاده از نظر خبرگان صنعت کاغذ، متغیرهای مدل شناسایی گردید.



شکل ۲. زیرسیستم های مدل مدیریت زنجیره تامین کاغذ و تعامل اجزای مدل

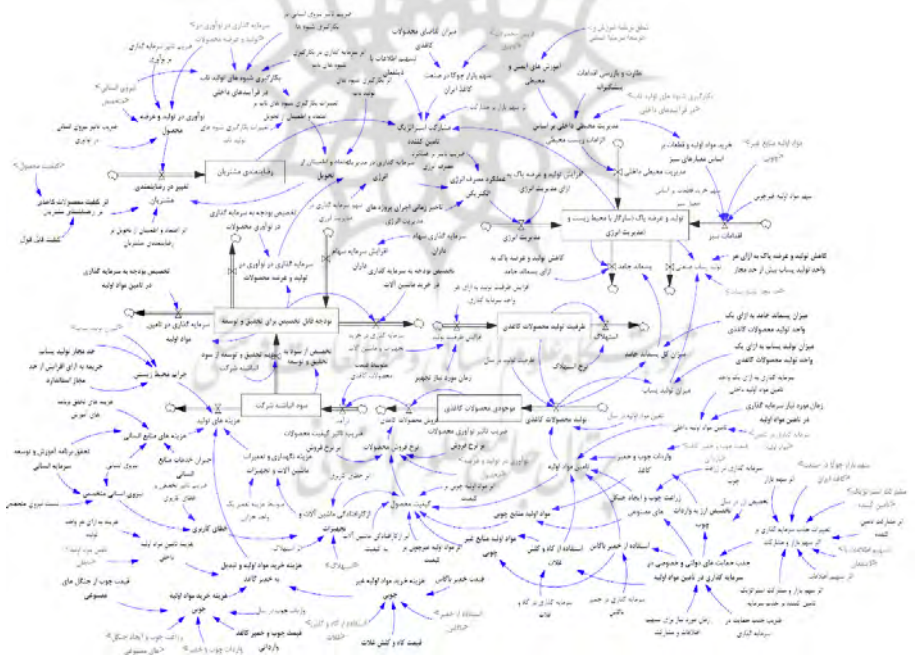
نمودار علی و معلولی: متغیرهای مسئله با توجه به نمودار زیرسیستم مدل و ادبیات زنجیره تامین و استراتژی ناب استخراج و با مشارکت برنامه ریزان شرکت صنایع چوب و کاغذ ایران، اثرگذاری و اثرپذیری عوامل شناسایی شده مشخص و حلقه های نمودار علی تعیین گردید. این نمودار در شکل ۳ مشاهده می گردد. در ادامه برای افزایش درک از ساختار پیچیده سیستم، برخی از حلقه های مدل در جدول ۲ معرفی و تحلیل شده است.





حلقه	تشریح حلقه نمودار علی تأمین
حلقه تعدیل‌کننده هزینه نگهداری و تعمیرات ماشین آلات و تجهیزات	چوبی-افزایش خرید مواد اولیه-افزایش هزینه خرید مواد اولیه-کاهش بهای تمام‌شده محصولات-افزایش سود انباشته
افزایش سود انباشته-افزایش منابع مالی شرکت-افزایش سرمایه‌گذاری در خرید ماشین‌آلات و تجهیزات جدید-افزایش ظرفیت تولید-افزایش میزان تولید محصولات-افزایش استهلاک-افزایش از کارافتادگی ماشین‌آلات و تجهیزات-افزایش هزینه نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات-افزایش بهای تمام‌شده محصولات-کاهش سود انباشته	

با ترسیم نمودار علی، ساختار حلقه‌های بازخوردی مدل مشخص گردید. برای ساخت مدل جریان، از مستندات و داده‌های کمی شرکت چوکا استفاده شده است. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود مبتنی بر ساختار زیرسیستم‌ها و نمودار علی، مدل انباشت جریان مدیریت زنجیره تأمین کاغذ مبتنی بر مزیت رقابتی مدل‌سازی شده است. در ادامه به ارائه نمودار جریان هر یک از زیرسیستم‌ها و جزئیات مدل‌سازی آن‌ها پرداخته خواهد شد.



شکل ۴. مدل جریان مدیریت زنجیره تأمین صنایع چوب و کاغذ

- زیرسیستم تأمین مواد اولیه: تأمین مواد اولیه برای تولید خمیر کاغذ یکی از مشکلات عمده ایست که وجود دارد به‌طور کلی مواد اولیه مورد نیاز برای تولید خمیر کاغذ در چوکا از منابع زیر تأمین می‌شود: ۱- منابع چوبی شامل: بهره‌برداری از جنگل‌های مصنوعی شمال و واردات چوب و خمیر کاغذ و ۲- منابع غیر چوبی: استفاده از باگاس، استفاده از کاه و کلش ضایعات کشاورزی.

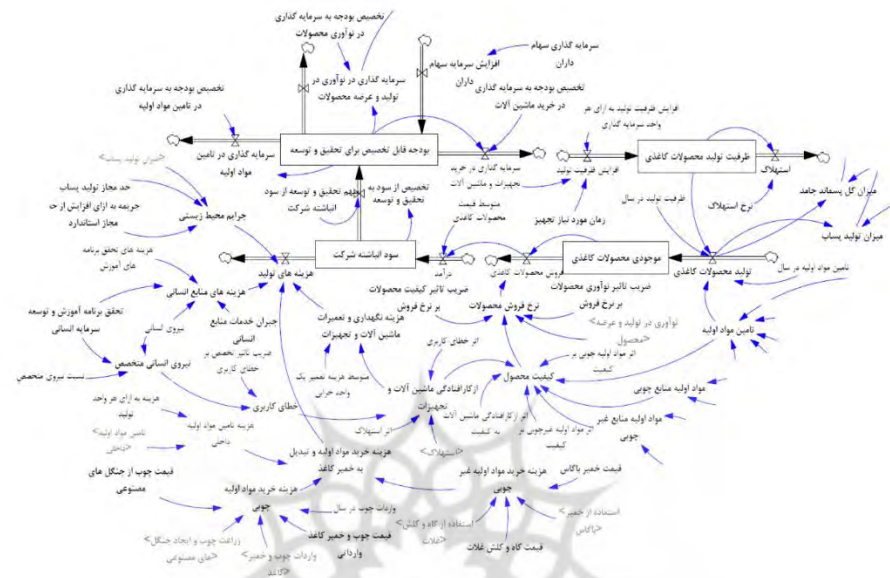
ارزش سرمایه‌گذاری برای زراعت چوب و ایجاد جنگل‌های دست کاشت، در کشور زمانی بهتر روشن می‌شود که آن را با بحث واردات چوب از خارج مقایسه کنیم. در شرایط خاص و وضعیت بحرانی می‌توان نسبت به وارد کردن چوب و یا خمیر باگاس نیز اقدام نمود. در مجموع واردات خمیر در شرایط حاضر در مقایسه با واردات چوب اقتصادی‌تر و با مشکلات کمتری همراه می‌باشد. استراتژی بهره‌گیری از الیاف سلولزی مورد نیاز صنایع کاغذ کشور از طریق توسعه سطح زیر کشت نیشکر راهکاری اقتصادی و قابل اجرا می‌باشد. با توجه به بی‌مصرف بودن تفاله نی شکر، تولید هر نوع کاغذی از آن می‌تواند بسیار مقرون به‌صرفه‌تر از تولید کاغذ و خمیر کاغذ توسط مواد اولیه دیگر باشد. شکل ۵ نمودار زیرسیستم تأمین مواد اولیه را نشان می‌دهد. در ادامه روابط ریاضی این زیرسیستم در جدول ۳ آمده است.



متغیر	رابطه ریاضی	واحد
تأمین مواد اولیه	جذب حمایت در سرمایه‌گذاری)	
ظرفیت تولید	INTEG (افزایش ظرفیت تولید-استهلاک)	Ton
افزایش ظرفیت تولید	DELAY1 (سرمایه‌گذاری در خرید تجهیزات و ماشین‌آلات ×افزایش ظرفیت تولید به ازای هر واحد سرمایه‌گذاری زمان موردنیاز تجهیز)	Ton/Year
استهلاک	ظرفیت تولید محصولات کاغذی × نرخ استهلاک	Ton/Year

- زیرسیستم جریان منابع مالی و سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه: ظرفیت تولید محصولات کاغذی با توجه به سرمایه‌گذاری‌هایی که کارخانه در خرید تجهیزات و ماشین‌آلات از ابتدا تاکنون انجام داده است وجود دارد و این ظرفیت با توجه به نرخ استهلاک سالیانه کاهش می‌یابد. با توجه به متوسط قیمت محصولات کاغذی و نرخ فروش محصولات کاغذی فروش و درآمد ناخالص حاصل از فروش محصولات کاغذی مشخص می‌شود. هزینه‌های تولید نیز چالش اساسی در سودآوری و سود انباشته شرکت است. هزینه‌های تولید با توجه به مسئله در چهار جریان هزینه‌ای موردبررسی قرار گرفته است. هزینه‌های منابع انسانی که شامل جبران خدمات منابع انسانی و نیز هزینه‌های مربوط به آموزش و توسعه سرمایه انسانی هستند. هزینه‌های نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات و تجهیزات که با توجه به نرخ ازکارافتادگی تجهیزات و نیز متوسط هزینه تعمیرات در نظر گرفته می‌شوند و هزینه‌های خرید مواد اولیه و تبدیل به خمیر کاغذ که با توجه به هزینه‌های خرید مواد اولیه چوبی و غیرچوبی و میزان بهره‌برداری از آنها در نظر گرفته شده است. سود انباشته شرکت که با توجه به درآمد و هزینه‌های تولید محاسبه می‌شود در طی برنامه‌های توسعه‌ای کارخانه بخشی از آن سالیانه به‌عنوان بودجه تحقیق و توسعه در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر آن بودجه تحقیق و توسعه در مواردی توسط افزایش سرمایه سهام‌داران تأمین شده است. بودجه تحقیق و توسعه به‌طورکلی در سه بخش عمده سرمایه‌گذاری می‌شود. سرمایه‌گذاری در خرید و توسعه خطوط تولید و ماشین‌آلات مربوطه، سرمایه‌گذاری در نوآوری در عرضه محصولات و سرمایه‌گذاری در بخش تأمین مواد اولیه محصولات

کاغذی. شکل ۶ نمودار زیرسیستم منابع مالی و سرمایه گذاری تحقیق و توسعه را نشان می-دهد. در ادامه روابط ریاضی این زیرسیستم در جدول ۴ آمده است.



شکل ۶. نمودار انباشت- جریان زیرسیستم جریان منابع مالی و سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه

جدول ۴. روابط ریاضی متغیرهای زیرسیستم جریان مالی و سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه

متغیر	روابط ریاضی	واحد
سود انباشته	INTEG (درآمد-تخصیص از سود به تحقیق و توسعه-هزینه های تولید)	Billion Rial
هزینه های تولید	(جرائم محیط زیستی+هزینه خرید مواد اولیه و تبدیل به خمیر کاغذ +هزینه تعمیرات ماشین آلات و تجهیزات+ هزینه های منابع انسانی)×(RAMP(0.1, 0, 10)+)	Billion Rial/Year
درآمد	فروش محصولات کاغذی×متوسط قیمت محصولات کاغذی	Billion Rial/Year
بودجه قابل تخصیص برای تحقیق و توسعه	INTEG MAX (افزایش سرمایه سهام داران+تخصیص از سود به تحقیق و توسعه-سرمایه گذاری در تأمین مواد اولیه-سرمایه گذاری در خرید تجهیزات و ماشین آلات-سرمایه گذاری در تولید و عرضه محصولات، (0, 0.01))	Billion Rial
تخصیص از سود به تحقیق و توسعه	IF THEN ELSE (سود انباشته شرکت)×سهم تحقیق و توسعه از سود انباشته شرکت، (0, )	Billion Rial/Year

متغیر	روابط ریاضی	واحد
هزینه خرید مواد اولیه خمیر کاغذ	هزینه تأمین مواد اولیه داخلی+ هزینه خرید مواد اولیه غیر چوبی+ هزینه خرید مواد اولیه چوبی	Billion Rial/Year
هزینه تعمیرات	از کارافتادگی ماشین‌آلات و تجهیزات×متوسط هزینه تعمیر یک واحد خرابی	Billion Rial/Year
هزینه خرید مواد اولیه چوبی	(زراعت چوب و ایجاد جنگل‌های مصنوعی×قیمت چوب از جنگل‌های مصنوعی)+(واردات چوب و خمیر کاغذ× قیمت چوب و خمیر کاغذ وارداتی×واردات چوب در سال)	Billion Rial/Year
هزینه خرید مواد اولیه غیر چوبی	استفاده از خمیر باگاس×قیمت خمیر باگاس+(استفاده از کاه و کلش غلات×قیمت کاه و کلش غلات)	Billion Rial/Year
جرائم محیط زیستی	IF THEN ELSE (میزان تولید پساب<حد مجاز تولید پساب، میزان تولید پساب-حد مجاز تولید پساب،×(0) جریمه به ازای افزایش از حد مجاز استاندارد)	Billion Rial/Year
هزینه‌های منابع انسانی	(تحقق برنامه آموزش و توسعه سرمایه انسانی×هزینه‌های تحقق برنامه‌های آموزش)+(جبران خدمات منابع انسانی×نیروی انسانی)	Billion Rial/Year

-زیرسیستم فرآیندهای زنجیره تأمین ناب: همان‌طور که مشاهده می‌شود مشارکت استراتژیک تأمین‌کننده به‌عنوان رابطه‌ای بلندمدت بین شرکت چوکا و تأمین‌کننده چوب و خمیر کاغذ تعریف شده است، مشارکت تأمین‌کننده نیز مستلزم تأمین‌کننده اولیه و مشارکت در توسعه محصول جدید و به اشتراک‌گذاری قابلیت‌های فن‌آوری تأمین‌کننده می‌باشد. مشارکت استراتژیک تأمین‌کنندگان در جذب و سرمایه‌گذاری و حمایت دولت از صنعت چوب و کاغذ اثرگذار خواهد بود. رضایتمندی مشتریان شامل مجموعه شیوه‌هایی که باهدف ایجاد ارتباط بلندمدت با مشتریان و بهبود رضایت مشتریان به کار می‌رود در نظر گرفته شده است. تسهیم اطلاعات در سیستم زنجیره تأمین شامل اطلاعات بین شرکای مستقیم و همچنین شبکه زنجیره تأمین را دربر می‌گیرد. تسهیم اطلاعات با شبکه ذینفعان و نیز مشارکت استراتژیک با تأمین‌کننده نقش به‌سزایی در جذب سرمایه و دریافت حمایت‌های دولتی از صنعت چوب و کاغذ خواهد بود. شکل ۸ نمودار زیرسیستم



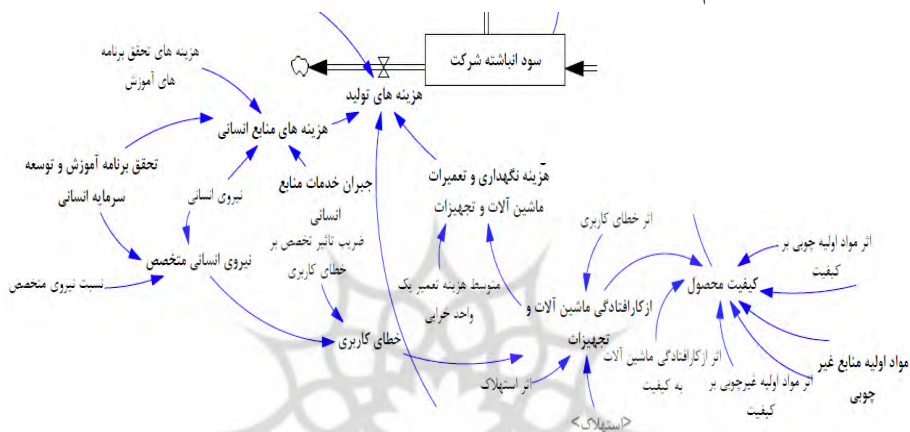


متغیر	روابط ریاضی	واحد
سرمایه‌گذاری در مدیریت انرژی	سرمایه‌گذاری در نوآوری در تولید و عرضه محصولات $\times$ سهم سرمایه‌گذاری در مدیریت انرژی	Billion Rial/Year
اثر کیفیت محصولات کاغذی بر رضایتمندی مشتریان	IF THEN ELSE (کیفیت محصول) = کیفیت قابل قبول، کیفیت محصول - کیفیت قابل قبول، کیفیت محصول - کیفیت قابل قبول)	Percent/Year
سهم بازار چوکا در صنعت کاغذ ایران	فروش محصولات کاغذی/میزان تقاضای محصولات کاغذی	Dmnl

زیرسیستم ماشین‌آلات و تجهیزات کارخانه: به‌طور متوسط عمر مفید تجهیزات این کارخانه ۲۰ سال است، در این بین ممکن است بعضی کمتر از این مقدار کار کنند و بعضی دیگر بیش از ۲۰ و حتی تا ۳۰ سال ضمانت شده باشند، دستگاه‌هایی که اغلب از گروه اول‌اند، هم‌اکنون ایجاد مشکل کرده‌اند. این اشکالات باعث خرابی و تعمیرات و در نتیجه انتقادات مکرر و پی‌درپی به بخش مربوطه می‌شود ولی متأسفانه فقط در مواقعی که دستگاه بسیار ضروری و حساس باشد به تعویض کلی آن می‌پردازند. خرابی و از کار افتادگی تجهیزات کارخانه علاوه بر آنکه میزان ظرفیت تولید را با چالش مواجه می‌سازد بر روی کیفیت محصولات کاغذی نیز اثرگذار است. فرسودگی و خارج از رده بودن تجهیزات و هزینه‌های هنگفت تعمیر و نگهداری بر سوددهی کارخانه و نیز کیفیت محصولات کاغذی و قیمت تمام‌شده محصولات اثرگذار است.

زیرسیستم منابع انسانی متخصص: تولید در مجتمع چوکا از ۵۰ درصد ظرفیت اسمی آن تا به حال تجاوز نکرده است. یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها فقدان سرمایه انسانی متخصص و مدیریت در سطوح مختلف است. کمبود نیروی انسانی متخصص و ماهر و پایین بودن سطح امکانات آموزشی و عدم برنامه‌ریزی برای تربیت نیروی متخصص این صنعت موجب شده است چالش‌هایی نظیر خطای کاربری در فرآیند تولید وجود داشته باشد و برخی از خرابی‌ها و از کار افتادگی ماشین‌آلات مربوط به این خطا باشد. علاوه بر آن فرآیند نوآوری در تولید و عرضه محصولات تنها با سرمایه انسانی متخصص شکل خواهد گرفت و با توجه به کمبود سرمایه انسانی و عدم برنامه‌ریزی توسعه‌ای و آموزشی

در سال‌های اخیر شاهد کاهش نیروهای غیرمتخصص با توجه به هزینه‌های تحمیلی بالا به شرکت بوده‌ایم. علاوه بر آن در به‌کارگیری شیوه‌های تولید ناب علاوه بر عوامل فرآیندی، نقش سرمایه انسانی متخصص در پیاده‌سازی فرآیندهای تولید ناب غیرقابل انکار است. شکل ۹ نمودار زیرسیستم ماشین‌آلات و منابع انسانی را نشان می‌دهد. در ادامه روابط ریاضی این زیرسیستم‌ها در جدول ۶ آمده است.

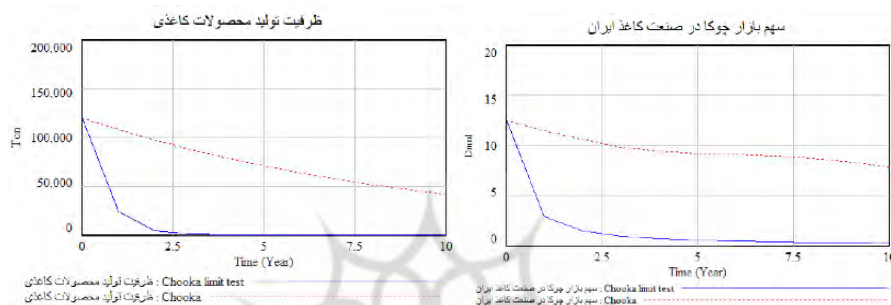


شکل ۸. نمودار جریان زیرسیستم ماشین‌آلات و منابع انسانی متخصص

جدول ۵. متغیرهای زیرسیستم ماشین‌آلات و نیروی انسانی، نوع و واحد اندازه‌گیری آن‌ها

متغیر	روابط ریاضی	واحد
هزینه‌های منابع انسانی	(تحقق برنامه آموزش و توسعه سرمایه انسانی × هزینه‌های تحقق برنامه‌های آموزش) + (جبران خدمات منابع انسانی × نیروی انسانی)	Billion Rial/Year
تحقق برنامه آموزش و توسعه سرمایه	نیروی انسانی متخصص انسانی × نیروی انسانی × نسبت نیروی متخصص / ۱۰۰	person
خطای کاربری	(نیروی انسانی متخصص × ضریب تأثیر تخصص بر خطای کاربری)	Percent/Year
از کارافتادگی تجهیزات	(اثر استهلاک × استهلاک) + (خطای کاربری × اثر خطای کاربری)	Percent/Year
نوآوری در تولید و عرضه محصول	(سرمایه‌گذاری در نوآوری در تولید و عرضه محصولات × ضریب تأثیر سرمایه‌گذاری بر نوآوری) + (نیروی انسانی متخصص × ضریب تأثیر نیروی انسانی در نوآوری)	Percent/Year

برای اعتبارسنجی علاوه بر تأیید متخصصان، آزمون‌های اعتبار ساختاری و رفتاری شامل آزمون سازگاری ساختار و ابعاد مدل، آزمون خطای انتگرال‌گیری، آزمون شرایط حدی و آزمون بازتولید رفتار انجام گردید. برای آزمون شرایط حدی میزان تقاضای محصولات کاغذی و نرخ استهلاک را به‌طور غیرمنطقی افزایش دادیم و رفتار سهم بازار چوکا و ظرفیت تولید در شرایط حدی مورد تأیید قرار گرفت. شکل ۹ نتایج را ارائه داده است.



شکل ۹. نتایج آزمون شرایط حدی ظرفیت تولید و سهم بازار چوکا

برای آزمون بازتولید رفتار مدل، از روش‌های تأیید آماری شامل میانگین، نسبت واریانس و شاخص  $RMSPE^1$  که یکی از روش‌های آماری تأیید رفتار است بر مبنای معادله ۱ محاسبه شد. این شاخص، مجذور مربع میانگین اختلاف داده‌های واقعی ( $At$ ) و داده‌های شبیه‌سازی شده ( $St$ ) را اندازه‌گیری می‌کند. برای تأیید رفتار سیستم این شاخص باید کمتر از ۰٫۱ باشد. جدول ۶ نتایج آزمون بازتولید رفتار برخی از متغیرهای مدل را نشان می‌دهد.

$$RMSPE = \sqrt{1/n \sum_{t=1}^n \left( \frac{St-At}{At} \right)^2} \quad \text{معادله ۱.}$$

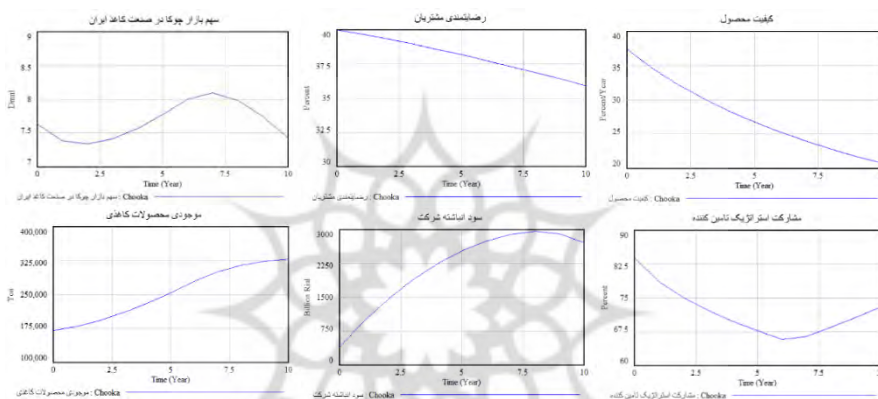
جدول ۶. نتایج آزمون اعتبارسنجی بازتولید رفتار برخی متغیرهای مدل

RMSPE	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۰	۱۳۸۹	۱۳۸۸	شاخص
۰٫۰۸	۱۱٫۳	۹٫۳	۸٫۵	۱۰٫۴	۷٫۲	۷٫۲۸	۱۰٫۳۳	۱۰٫۱۲	۱۱٫۳۵	۱۳٫۰۵	۱۴٫۰۳	سهم بازار
	۷٫۹	۸٫۳	۸٫۷	۸٫۹	۹٫۱	۹٫۲	۹٫۴	۹٫۸	۱۰٫۵	۱۱٫۴	۱۲٫۵	شبیه‌سازی
۰٫۰۷	۶۲۵	۶۳۴	۷۷۴	۶۳۱	۶۴۷	۶۸۴	۶۹۰	۷۲۹	۷۷۹	۸۱۱	۸۳۱	نیروی انسانی

1. Root Mean Squared Percentage Error (RMSPE)

RMSPE	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۰	۱۳۸۹	۱۳۸۸	شاخص
	۶۳۱	۶۵۱	۶۷۱	۶۹۱	۷۱۱	۷۳۱	۷۵۱	۷۷۱	۷۹۱	۸۱۱	۸۳۱	شبیه سازی
۰,۰۹	۱۷۰	۳۴۰	۳۲۵	۲۹۸	۲۹۵	۲۵۳	۲۲۱	۲۱۷	۲۰۶	۲۰۰	۱۷۰	موجودی
	۳۴۹	۳۴۸	۳۴۳	۳۳۴	۳۱۹	۳۰۱	۲۸۷	۲۷۹	۲۷۸	۲۷۸	۲۷۸	شبیه سازی

با توجه به محاسبات انجام شده مقدار شاخص RMSPE در این شبیه سازی ۰,۰۸ به دست آمد که مقداری کمتر از ۰,۱ دارد و اعتبار رفتاری مدل را تأیید می کند. شکل ۱۰ رفتار متغیرهای کلیدی مدل پس از شبیه سازی اولیه در افق زمانی ده ساله را نشان می دهد.



شکل ۱۰. شبیه سازی اولیه متغیرهای کلیدی مدل در افق شبیه سازی ده ساله

-تحلیل حساسیت مدل: با توجه به نتایج تحلیل حساسیت مدل متغیرهای برونزای مدل که بیشترین دامنه تغییرات را بر روی متغیرهای هدف شامل سود انباشته شرکت، سهم بازار و رضایتمندی مشتریان ایجاد می کردند، شناسایی شدند. بودجه سرمایه گذاری در ماشین-آلات و تجهیزات، بودجه در تحقیق و توسعه، نرخ تولید پسماند جامد، نرخ تولید پساب صنعتی، تحقق برنامه های آموزشی کارکنان به عنوان برخی از نقاط اهرمی مدل شناسایی شدند.

-سیاست گذاری: پس از بررسی نتایج تحلیل حساسیت و یافتن نقاط اهرمی مدل و هدف مدل سازی در این مرحله سه دسته راهکار با کمک داده های سازمانی مربوطه و مشارکت

خبرگان شناسایی گردید. این دسته راهکارها شامل استراتژی مدیریت زنجیره تأمین ناب و استراتژی سودآوری پایدار کسب و کار که در ادامه هر یک تشریح خواهد شد.

۱- استراتژی مدیریت زنجیره تأمین ناب: دسته راهکارهای مربوط به این استراتژی متمرکز بر عوامل موفقیت مدیریت زنجیره تأمین ناب طراحی شده‌اند. این دسته راهکارها در جستجوی افزایش مشارکت استراتژیک تأمین‌کننده، شیوه‌های ناب داخلی شامل ارتقاء بهره‌وری فرآیندهای تولید و عملیات و بهره‌وری سیستم‌های کیفیت و به‌کارگیری این شیوه هستند. علاوه بر آن ارتباط با مشتریان در جهت افزایش رضایتمندی و نیز افزایش تسهیم اطلاعات با ذینفعان مورد تمرکز استراتژی مدیریت زنجیره تأمین ناب هستند.

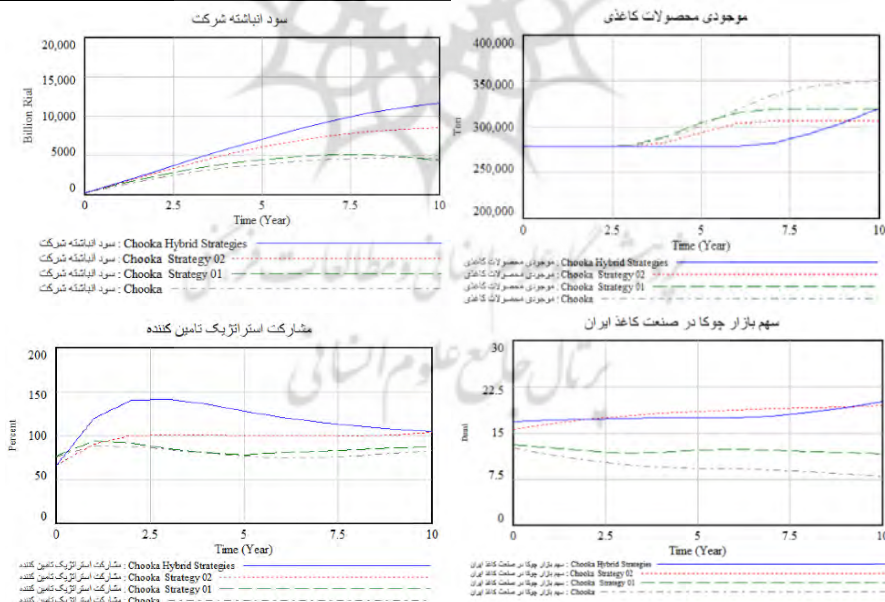
۲- استراتژی سودآوری پایدار کسب و کار چوکا: با توجه به مدل سودآوری کسب و کار در شرکت چوکا و استراتژی‌های کسب و کار در این شرکت که با توجه به رسالت تعریف شده است، این دسته راهکار بر روی پایداری سودآوری چوکا متمرکز یافته است. سیاست‌ها با توجه به تغییر در کیفیت محصولات کاغذی، نوآوری در تولید، نوسازی تکنولوژی، مدیریت تأمین مواد اولیه و توانمندسازی کارکنان اتخاذ شده‌اند. تلاش شد برآوردی از میزان بودجه موردنیاز پیاده‌سازی هر یک از سیاست‌ها صورت گیرد. در ادامه نتیجه اعمال هر یک از تغییرات بر روی مدل با توجه به رفتار متغیرهای اصلی مدل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. شکل ۱۱ نتایج شبیه‌سازی هر یک از استراتژی‌ها را نشان می‌دهد. با توجه نتایج اعمال استراتژی‌های مدیریت زنجیره تأمین ناب و سودآوری پایدار کسب و کار چوکا، مشاهده شد که هر یک از استراتژی‌ها متمرکز بر بخشی از جنبه‌های مزیت رقابتی بودند و هیچ‌یک به‌تنهایی از فرصت‌هایی که در این صنعت وجود دارد به‌طور کامل بهره‌مند نشده است. برای این منظور با مشارکت خبرگان کلیه سیاست‌ها به‌صورت ترکیبی با در نظر گرفتن هم‌پوشانی‌هایی که باهم داشتند بر روی مدل اعمال گردید و نتایج موردبررسی قرار گرفت و سیاست‌هایی که اثربخشی کمتری نسبت به سایر سیاست‌ها بر روی متغیرهای کلیدی داشتند حذف گردید و درنهایت ترکیبی از دو استراتژی به‌عنوان استراتژی‌های منتخب مدیریت زنجیره تأمین چوکا مبتنی بر مزیت رقابتی ارائه شد. جدول ۷ ترکیب سیاست‌ها و تغییرات اعمال‌شده در مدل را نشان می‌دهد. در

ادامه رفتار متغیرهای کلیدی تحت اعمال استراتژی‌های منتخب مدیریت زنجیره تأمین چوکا مبتنی بر مزیت رقابتی در شکل ۱۱ ارائه شده است.

جدول ۷. ترکیب استراتژی‌های منتخب مدیریت زنجیره تأمین چوکا مبتنی بر مزیت رقابتی

استراتژی	سیاست‌ها	تغییرات اعمال شده	بودجه
استراتژی مدیریت زنجیره تأمین ناب	سیاست ۱: ارتقا بهره‌وری از طریق شیوه‌های ناب	بهبود مدیریت تأمین مواد، بهبود مدیریت تأمین قطعات از طریق افزایش به کارگیری شیوه‌های ناب	۵ میلیارد ریال
	سیاست ۲: افزایش رضایتمندی مشتریان از طریق نوآوری و کیفیت محصولات	افزایش بودجه تخصیص یافته در سرمایه‌گذاری خرید ماشین‌آلات و افزایش اثر کیفیت مواد اولیه و افزایش تخصیص بودجه توسعه به نوآوری	۱۰ میلیارد ریال
	سیاست ۳: افزایش مشارکت استراتژیک با تأمین‌کننده	افزایش سه برابری تسهیم اطلاعات با ذینفعان و ادغام با شرکت تأمین‌کننده مواد اولیه	۵ میلیارد ریال
	سیاست ۴: مدیریت پسماند جامد	کاهش نرخ تولید پسماند جامد هر واحد تولید	۱۰ میلیارد ریال
استراتژی سودآوری پایدار کسب‌وکار چوکا	سیاست ۱: افزایش کیفیت محصولات کاغذی	افزایش بودجه تخصیص یافته در سرمایه‌گذاری خرید ماشین‌آلات و اثر کاهشی بر از کارافتادگی	۱۷۵ میلیارد ریال
	سیاست ۲: افزایش نوآوری در محصولات کاغذی	افزایش تخصیص بودجه تحقیق و توسعه به نوآوری در تولید و عرضه محصولات	۸ میلیارد ریال
	سیاست ۳: افزایش ظرفیت تولید از طریق نوسازی تکنولوژی	افزایش بودجه تخصیص یافته در سرمایه‌گذاری خرید ماشین‌آلات	۵۵ میلیارد ریال
	سیاست ۴: بهبود مدیریت تأمین مواد اولیه	تخصیص بودجه تحقیق و توسعه به سرمایه‌گذاری در تأمین مواد اولیه داخلی	۵ میلیارد ریال
	سیاست ۵: توانمندسازی کارکنان	تحقق برنامه‌های آموزش و توسعه سرمایه انسانی	۳ میلیارد ریال
	سیاست ۲: مدیریت پساب‌های صنعتی	کاهش نرخ تولید پساب صنعتی هر واحد تولید	۱۴ میلیارد ریال
	سیاست ۱: ارتقا بهره‌وری از	بهبود مدیریت تأمین مواد، بهبود مدیریت تأمین	۵ میلیارد ریال

استراتژی	سیاست‌ها	تغییرات اعمال شده	بودجه
ترکیبی از سودآوری و ناب	طریق شیوه‌های ناب	قطعات از طریق افزایش به کارگیری شیوه‌های ناب	
ناب	سیاست ۲: افزایش کیفیت محصولات کاغذی	افزایش بودجه در سرمایه‌گذاری خرید ماشین‌آلات و اثر کاهشی بر نرخ از کارافتادگی	۱۷۵ میلیارد ریال
	سیاست ۳: افزایش نوآوری در عرضه محصولات کاغذی	افزایش تخصیص بودجه تحقیق و توسعه به نوآوری در تولید و عرضه محصولات	۸ میلیارد ریال
	سیاست ۴: مدیریت پساب‌های صنعتی	کاهش نرخ تولید پساب صنعتی به ازای هر واحد تولید	۱۴ میلیارد ریال
	سیاست ۵: مدیریت پسماند جامد	کاهش نرخ تولید پسماند جامد به ازای هر واحد	۱۰ میلیارد ریال
	سیاست ۶: بهبود مدیریت تأمین مواد اولیه و مشارکت استراتژیک	تخصیص بودجه تحقیق و توسعه به سرمایه‌گذاری در تأمین مواد اولیه داخلی	۵ میلیارد ریال
	سیاست ۷: توانمندسازی کارکنان	تحقق برنامه‌های آموزش و توسعه سرمایه انسانی	۳ میلیارد ریال



شکل ۱۱. رفتار متغیرهای کلیدی مدل تحت استراتژی ترکیبی در افق شبیه‌سازی ۱۰ ساله

نتایج رفتار متغیرهای کلیدی در افق شبیه‌سازی همان‌طور که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود، با اعمال استراتژی ترکیبی از نظر سودآوری در مقایسه با استراتژی سودآوری پایدار، سود انباشته شرکت به مقدار جزئی کاهش یافته است که در نتیجه سرمایه‌گذاری‌هایی که در بخش تحقیق و توسعه در زمینه نوآوری محصولات و به‌کارگیری شیوه‌های تولید ناب در فرآیندها است حاصل گشته است و البته با توجه به مشارکت و حمایت و سرمایه‌گذاری در تأمین مواد اولیه این سرمایه‌گذاری‌ها به سیستم بازگشت خواهند داشت. در استراتژی ترکیبی رضایتمندی مشتریان بیشترین بهبود را در مقایسه با استراتژی‌های جداگانه دارند. سهم بازار نیز اگرچه تا حدود سال نهم شبیه‌سازی تقریباً منطبق با استراتژی سودآوری پایدار است اما پس از آن روند صعودی را در پیش گرفته است. سطح موجودی محصولات کاغذی نیز با توجه به استراتژی ناب تا حد زیادی متناسب‌سازی است که منجر به کاهش هزینه‌های انبارداری و سود خواهد شد. افزایش مشارکت استراتژیک با تأمین‌کنندگان نیز از عوامل مؤثر بر سودآوری شرکت است که در زنجیره تأمین ناب بسیار مورد تأکید است. مدیریت پسماند جامد و پساب‌های صنعتی نیز از سیاست‌های زنجیره تأمین ناب اگرچه هزینه‌های اولیه بر سیستم تحمیل خواهد کرد اما رفتار سودآوری نشان از پایداری سیستم و بازگشت سرمایه‌های اولیه است. بنابر نتایج فوق و مقایسه بین راهکارهای مختلف، استراتژی ترکیبی منتخب که برگرفته از سیاست‌های مدیریت زنجیره تأمین ناب و استراتژی سودآوری پایدار کسب‌وکار چوکا است به‌عنوان استراتژی مدیریت زنجیره تأمین مبتنی بر مزیت رقابتی ارائه می‌گردد.

### بحث و نتیجه‌گیری

شرکت صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) به‌عنوان یکی از ریشه‌دارترین کارخانه‌های کشور در صنایع چوب و کاغذ است که در مواجهه با چالش‌های اخیر صنعت چوب و کاغذ در کشور، بحران‌های بسیاری را تجربه کرده است. با توجه به شرایط نامساعد سال‌های اخیر شرکت، اهداف و برنامه‌های تعریف‌شده در اجرا با مشکلاتی ناشی از به تأخیر افتادن روند بازسازی و پیشامدهای غیرمنتظره و همچنین کمبود منابع پولی و عدم



تأمین مواد اولیه و شیمیایی و بحران‌های کارگری سد عظیمی در رسیدن به اهداف تعریف‌شده در برنامه‌بودجه تنظیمی بوده است. پژوهش حاضر در جستجوی شناخت استراتژی‌های مدیریت زنجیره تأمین صنعت کاغذ با توجه به پویایی زنجیره تأمین و به کارگیری زنجیره تأمین ناب با استفاده از رویکرد پویایی سیستم به منظور طراحی و ارائه مدل پویا استراتژی‌های مدیریت زنجیره تأمین به منظور کسب مزیت رقابتی صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) است. برای این منظور ابتدا با استفاده از داده‌های سازمانی و مشارکت تصمیم‌گیران مدل پویایی سیستم طراحی و پس از اعتبارسنجی، مدل در افق ده ساله شبیه‌سازی انجام گردید. با توجه به رفتار متغیرها و تحلیل حساسیت مدل در افق شبیه‌سازی، سیاست‌هایی در راستای استراتژی مدیریت زنجیره تأمین ناب و استراتژی سودآوری پایدار کسب و کار چوکا طراحی و به صورت جداگانه و ترکیبی بر روی مدل اعمال شد و نتایج مقایسه و رفتار تجزیه و تحلیل گردید. با توجه به یافته‌های حاصل از شبیه‌سازی مدل، سیاست‌های ارتقا بهره‌وری از طریق به کارگیری شیوه‌های ناب در فرآیندهای داخلی، افزایش کیفیت محصولات کاغذی، افزایش نوآوری در تولید و عرضه محصولات کاغذی، بهبود مدیریت تأمین مواد اولیه و مشارکت استراتژیک با تأمین‌کنندگان مواد اولیه، مدیریت پساب‌های صنعتی، مدیریت ضایعات و پسماند جامد و توانمندسازی کارکنان به عنوان بهترین سیاست‌های ترکیبی استراتژی مدیریت زنجیره تأمین صنایع چوب و کاغذ ایران ارائه شده است. پژوهش حاضر علاوه بر ارتقاء شناخت و درک برنامه‌ریزان چوکا از پیچیدگی‌های رفتاری زنجیره تأمین، استراتژی زنجیره تأمین ناب را جهت کسب مزیت رقابتی را مورد تأکید قرار می‌دهد. در این پژوهش تلاش گردید رویکرد مدل‌سازی و شبیه‌سازی به منظور تدوین استراتژی‌های زنجیره تأمین ارائه گردد و زمینه‌هایی برای توسعه مدل‌های زنجیره تأمین فراهم آید. محقق با محدودیت‌هایی در فرآیند اجرای پژوهش مواجه بود. با توجه به عدم اطلاعات دقیق پیش‌بینی تقاضای کاغذ و محصولات کاغذی، قیمت کاغذ و محصولات کاغذی در آینده، از مقادیر برآوردی استفاده شده است که پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی مدل با توجه به این متغیرها توسعه یابد تا برآورد

دقیق‌تری حاصل گردد. علاوه بر آن توسعه سایر استراتژی‌ها نظیر استراتژی زنجیره تأمین چابک و سبز نیز در پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود.

### ORCID

Mohammad Ali Enayati  <https://orcid.org/0000-0002-9970-5742>  
Shiraz

Seyyed Abdolla  <https://orcid.org/0000-0002-7523-2717>  
Heydariyeh

Mohammad Ali Afshar  <https://orcid.org/0000-0003-4327-8320>  
kazemi



## منابع

- داودی، سید محمدرضا. فروتن چهر، شهاب. (۱۳۹۸). تحلیل دینامیکی سیستم سفارش گذاری در زنجیره تأمین با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها. فصلنامه مدیریت صنعتی ۱۴(۴۸). ۵۱-۶۰.
- درویشی، نسرين. عادل، کامران. سلمانی، یونس. (۱۳۹۹). اثرات نامتقارن شوک‌های ارزی بر واردات چوب و فرآورده‌های چوبی در ایران با تأکید بر محیط شکل‌گیری شوک‌های ارزی. مجله صنایع چوب و کاغذ ایران. ۱۱(۴). ۵۸۵-۵۹۸.
- دشتی، پروین. عادل، کامران. ملک‌نیا، رحیم. محسنی، رضا. (۱۳۹۹). بررسی عوامل مؤثر بر واردات کاغذ و مقوای ایران با استفاده از آزمون باند کرانه‌ها. مجله صنایع چوب و کاغذ ایران. ۱۱(۳). ۴۵۷-۴۶۹.
- محرر، علی. هاشمی پطروودی، سید حمید. طلایی، حمیدرضا. (۱۳۹۵). مدل‌سازی پویایی در زنجیره تأمین یک محصول جدید مبتنی بر پویایی‌های سیستم. چشم‌انداز مدیریت صنعتی ۶(۴). ۹-۳۶.
- هاشمی پطروودی، سید حمید، صادقی مقدم، محمدرضا، جعفر نژاد، احمد، صفری، حسین. (۱۳۹۷). مرور نظام‌مند بر ادبیات راهبرد زنجیره تأمین. مدیریت بازرگانی ۲(۱۰). ۲۷۹-۳۰۲.
- Afonso, H., & do Rosário Cabrita, M. (2015). Developing a lean supply chain performance framework in a SME: a perspective based on the balanced scorecard. *Procedia Engineering*, 131, 270-279.
- Bahmani, A., and Rafiqi, A., and Wali, M., and Salari, A. (2011). Identifying and evaluating the challenges facing the country's wood and paper industries. *Iran Wood and Paper Industries*, 2 (2), 27-38. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=172638>.
- Cees J. Gelderman, Janjaap Semeijn, Mark Verhappen, (2020) Buyer opportunism in strategic supplier relationships: Triggers, manifestations and consequences, *Journal of Purchasing and Supply Management*, *Journal of Purchasing and Supply Management*, Volume 26, Issue 2, March 2020, 1-32.
- Chavez, Wantao Yu, Mark A. Jacobs, Mengying Feng, (2017), Manufacturing capability and organizational performance: The role of Entrepreneurial orientation, *International Journal of Production Economics* 184, 33-46

- Da Silva Andrade, L. P. C., Ferreira, C. V., de Ferran, L., Ziegler, L., de Oliveira Gomes, J., Pisanu, L., & da Silva, R. C. (2016). Supply Chain Development-Model, Opportunities, and Challenges. *Procedia CIRP*, 41, 544-549.
- Darvishi, N., Adeli, K., Salmani, U. (2021). The Asymmetric Impacts of Currency Shocks on Wood Imports and Wood Products in Iran with Emphasis on the Environment of Shock Formation. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*, 11(4), 585-598. [In Persian].
- Dashti, P., Adeli, K., Maleknia, R., Mohseni, R. (2020). Analysis of Import Demand Function of Iranian Paper and Paperboard Using Bond Test. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*, 11(3), 457-469. [In Persian].
- Davoodi, S., forutan chehr, S. (2019). Dynamic Analysis of Ordering System in the Supply Chain with the Dynamics of Systems Approach. *Industrial Management*, 14(48), 51-60. [In Persian].
- Garcia-Buendia, N., Moyano-Fuentes, J., Maqueira-Marín, J. M., & Cobo, M. J. (2020). 22 Years of Lean Supply Chain Management: a science mapping-based bibliometric analysis. *International Journal of Production Research*, 1-21.
- Ghazanfari, Mehdi and Bani Hashemi, Seyed Ali, 2015, Strategy for evaluating the effectiveness of lean / agile supply chain performance for the development of the country's cement industry with AHP-Fuzzy model, *Journal of Tomorrow Management*, Year 13, No. 45, Winter 2015.
- Hashemi Petrudi seyed hamidreza., Mohammad Reza Sadeghi Moghaddam, Ahmad Jafarnejad Chaghooshi, Hossein Safari, (2018). A Systematic Literature Review on Supply Chain Strategy, *Journal of Business Management*, 10(36), 279-302. [In Persian].
- Ince, H., Imamoglu, S. Z., Keskin, H., Akgun, A., & Efe, M. N. (2013). The impact of ERP systems and supply chain management practices on firm performance: case of Turkish companies. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 99, 1124-1133.
- Kumar, R., Singh, R. K., & Shankar, R. (2015). Critical success factors for implementation of supply chain management in Indian small and medium enterprises and their impact on performance. *IIMB Management review*, 27(2), 92-104.
- Lashkarizadeh, M., Borhani, M. (2016). Investigation the position of wood and paper industry in the economic sector in Iran by input-output approach. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 31(4), 634-647. [In Persian].
- Li Suhong, S. Subba Rao, T.S. Ragu-Nathan, Bhanu Ragu-Nathan, (2005), Development and validation of a measurement instrument for

- studying supply chain management practices, *Journal of Operations Management* 23, pp 618–641.
- Mohaghar, A., Hashemi Petrodi, S., Talaei, H. (2017). Dynamic Modeling of a New Product Supply Chain using System Dynamics Approach. *Journal of Industrial Management Perspective*, 6(Issue 4, Winter 2017), 9-36. [In Persian].
- Mohaghar, Ali., Hashemi petrodi, seyed hamidreza., Talaiee hamidreza, (2016) Dynamic Modeling of a New Product Supply Chain using System Dynamics Approach, *Journal of Industrial Management Perspective*, 6(4), 9-36. [In Persian].
- Moharramzadeh, M., Pashaie, S., Hoseyni, M. (2019). The Effect of Customer Relationship Management on Satisfaction and Loyalty of Customers Referring to Sports Places. *Communication Management in Sport Media*, 6(4), 67-76.
- Moyano-Fuentes, J., Maqueira-Marín, J. M., Martínez-Jurado, P. J., & Sacristán-Díaz, M. (2020). Extending lean management along the supply chain: impact on efficiency. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Núñez-Merino, M., Maqueira-Marín, J. M., Moyano-Fuentes, J., & Martínez-Jurado, P. J. (2020). Information and digital technologies of Industry 4.0 and Lean supply chain management: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 58(16), 5034-5061.
- Perić, M., Antonijević, D., Komatina, M., Bugarski, B., & Rakin, M. (2020). Life cycle assessment of wood chips supply chain in Serbia. *Renewable Energy*, 155, 1302-1311.
- Ramzaniyan M R, rahmany Z, hoseinijou S A, mobasher amini R A. Dealing with Supply Chain Complexity using Theory of Constraints Thinking Processes (Case Study of a Paper Manufacturing Firm). *IQBQ*. 2013; 17 (2):125-144  
URL: <http://mri.modares.ac.ir/article-19-3390-fa.html>. [In Persian].
- Sadeghi Moghadam, M., Mohaghar, A., sheikhkabar, A. (2016). Simulation of pallet management system under risk pooling approach (case study of Saipa corporation supply chain). *Modern Research in Decision Making*, 1(2), 77-116.
- Sterman. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a complex world*. Boston: Permission of the McGraw-Hill companies.
- Thoo Ai Chin, Abu Bakar Abdul Hamid, Amran Raslic, Low Hock Heng, (2014), The Impact of Supply Chain Integration on Operational Capability in Malaysian Manufacturers, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 130, 257 – 265
- Vafaenezhad, T., Tavakkoli-Moghaddam, R., & Cheikhrouhou, N. (2019).

Multi-objective mathematical modeling for sustainable supply chain management in the paper industry. *Computers & Industrial Engineering*, 135, 1092-1102.

Zadmirzaiee Soleiman darabi & Limaiee (2016). Applying the data envelopment analysis fundamental models for determining of relative efficiency of Mazandaran Wood and Paper Industry Company. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 23(2), 1-20. doi: 10.22069/jwfst.2016.3096. [In Persian].

Zhao, P., Yin, S., Han, X., & Li, Z. (2021). Research on lean supply chain network model based on node removal. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 567, 125556.

Zhou, H., & Li, L. (2020). The impact of supply chain practices and quality management on firm performance: Evidence from China's small and medium manufacturing enterprises. *International Journal of Production Economics*, 230, 107816.

Zhou, Ling Li, (2020), The impact of supply chain practices and quality management on firm performance: Evidence from China's small and medium manufacturing enterprises, *Journal of Production Economics, Elsevier Science*, 1-48



**استناد به این مقاله:** عنایتی شیراز، محمدعلی، ۰، حیدریه، سید عبدالله، افشار کاظمی، محمدعلی. (۱۴۰۰). طراحی مدل استراتژی‌های زنجیره تأمین با رویکرد پویایی سیستم در صنعت چوب و کاغذ، فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی، ۲۰(۶۴)، ۱۵۳-۱۸۲.

DOI: 10.22054/JIMS.2022.61101.2661



Industrial Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.