



Developing Intelligent Value Chain model with Artificial Neural Network (ANN) approach

Masoud Babaei 

PhD Student, Department of Industrial Management, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

mosoud.babaie@iau.ir

Alireza Erajpour* 

Assistant Professor, Department of Industrial Management, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran

alireza.erajpour@iau.ac.ir

Reza Ehtesham Rasi 

Associate Professor, Department of Industrial Management, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

reza.ehteshamrasi@iau.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received: 2025-01-02

Revised: 2026-01-30

Accepted: 2026-03-02

Keywords:

Algorithm;
Value Chain;
Artificial Neural
Network(ANN);
Intelligence.

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: The present study aimed to identify effective indicators and components in value chain smartization and predict the level of smartization in companies located in Caspian Industrial Park.

Materials and Methods: This study is applied in terms of purpose and quantitative in terms of nature and method. The reason for using this approach is that in the quantitative part, smartization and prediction of value chain performance are carried out using mathematical modeling and artificial neural networks. The research is also considered descriptive-analytical and developmental in terms of implementation method, because in addition to analyzing the current situation, it leads to the design of an intelligent algorithm.

Results: Data analysis using the artificial neural network algorithm showed that the model is able to predict the level of smartization of the value chain with high accuracy. The results of the model performance evaluation with MSE, RMSE, and coefficient of determination (R^2) indices showed that the neural network was able to model the nonlinear and complex relationships between the input and output indices well. In addition, the sensitivity analysis of the input variables revealed that digital infrastructure and data-driven decision-making have the greatest impact on the level of smartization.

Conclusion: Using artificial neural networks allows for accurate prediction of the level of smartization, identification of effective factors, and prioritization of management actions. In addition to prediction accuracy, this method has high generalizability and can be used as a practical tool for planning and improving value chain smartization in industrial companies.

* Corresponding author.

E-mail address: alireza.erajpour@iau.ac.ir

<https://orcid.org/0009-0000-5686-7576>

Cite this article as:

Babaei, M; Erajpour, A; & Ehtesham Rasi, R. (2026). Developing Intelligent Value Chain model with Artificial Neural Network (ANN) approach. *Journal of Strategic Value Chain Management*, 3(9), 25-52.



DOI: <https://doi.org/10.22075/svcm.2026.40260.1085>

© 2024 authors retain the copyright and full publishing rights. Journal of Strategic Value Chain Management Published by **Semnan University Press**.

This is an open access article under the CC-BY-4.0 license. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



توسعه مدل هوشمندسازی زنجیره ارزش با رویکرد شبکه عصبی مصنوعی

مسعود بابایی

دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

mosoud.babaie@iau.ir

علیرضا ایرج پور*

استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

alireza.erajpour@iau.ac.ir

رضا احتشام راثی

دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

reza.ehteshamrasi@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی	سابقه و هدف: پژوهش حاضر با هدف شناسایی شاخص‌ها و مؤلفه‌های مؤثر در هوشمندسازی زنجیره ارزش و پیش‌بینی سطح هوشمندسازی در شرکت‌های مستقر در شهرک صنعتی کاسپین انجام شد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۱۸	روش: این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش، کمی است. دلیل استفاده از رویکرد آن است که در بخش کمی، با استفاده از مدل‌سازی ریاضی و شبکه‌های عصبی مصنوعی، هوشمندسازی و پیش‌بینی عملکرد زنجیره ارزش انجام می‌گیرد. همچنین پژوهش از نظر روش اجرا، توصیفی-تحلیلی و توسعه‌ای محسوب می‌شود، زیرا علاوه بر تحلیل وضعیت موجود، منجر به طراحی یک الگوریتم هوشمند می‌گردد.
واژه‌های کلیدی: الگوریتم؛ زنجیره ارزش؛ شبکه عصبی مصنوعی؛ هوشمندسازی.	یافته‌ها: تحلیل داده‌ها با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی نشان داد که مدل قادر است سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش را با دقت بالا پیش‌بینی کند. نتایج ارزیابی عملکرد مدل با شاخص‌های MSE، RMSE و ضریب تعیین (R^2) نشان داد که شبکه عصبی توانسته روابط غیرخطی و پیچیده میان شاخص‌های ورودی و خروجی را به خوبی مدل‌سازی کند. علاوه بر این، تحلیل حساسیت متغیرهای ورودی مشخص نمود که زیرساخت دیجیتال و تصمیم‌گیری داده‌محور بیشترین تأثیر را بر سطح هوشمندسازی دارند.
	نتیجه‌گیری: استفاده از شبکه عصبی مصنوعی امکان پیش‌بینی دقیق سطح هوشمندسازی، شناسایی عوامل مؤثر و اولویت‌بندی اقدامات مدیریتی را فراهم می‌کند. این روش علاوه بر دقت پیش‌بینی،

قابلیت تعمیم‌پذیری بالایی دارد و می‌تواند به عنوان ابزاری عملی برای برنامه‌ریزی و بهبود هوشمندسازی زنجیره ارزش در شرکت‌های صنعتی مورد استفاده قرار گیرد.

استناد: بابائی، مسعود؛ ایرج‌پور، علیرضا؛ و احتشام‌رایی، رضا. (۱۴۰۵). توسعه مدل هوشمندسازی زنجیره ارزش با رویکرد شبکه عصبی مصنوعی. مجله مدیریت زنجیره ارزش راهبردی، ۳ (۹)، ۲۵-۵۲.



DOI: <https://doi.org/10.22075/svcm.2026.40260.1085>

ناشر: دانشگاه سمنان

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، تحولات سریع فناوری‌های دیجیتال و گسترش رویکردهای مبتنی بر داده، ساختار رقابت در صنایع مختلف را به‌طور بنیادین دگرگون کرده است. شرکت‌ها برای بقا و توسعه پایدار، ناگزیر به بازنگری در فرآیندهای خلق ارزش و حرکت به سمت مدل‌های هوشمند و داده‌محور شده‌اند. در این میان، زنجیره ارزش به‌عنوان ستون فقرات فعالیت‌های سازمانی، نقش کلیدی در ایجاد مزیت رقابتی ایفا می‌کند و هوشمندسازی آن می‌تواند زمینه‌ساز افزایش بهره‌وری، انعطاف‌پذیری و نوآوری در بنگاه‌های صنعتی شود (آبادی، جمالی و قربان‌پور، ۱۴۰۳).

زنجیره ارزش شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌های به‌هم‌پیوسته از تحقیق و توسعه تا تولید، بازاریابی و خدمات پس از فروش است که هر یک به‌تنهایی و در تعامل با یکدیگر، ارزش اقتصادی ایجاد می‌کنند. با پیشرفت فناوری‌هایی نظیر هوش مصنوعی، کلان‌داده، اینترنت اشیا و سیستم‌های هوشمند، امکان تحلیل و بهینه‌سازی این فعالیت‌ها به‌صورت یکپارچه فراهم شده است. هوشمندسازی زنجیره ارزش با تکیه بر الگوریتم‌های پیشرفته، نه تنها موجب بهبود تصمیم‌گیری مدیریتی می‌شود، بلکه توان سازمان را در پیش‌بینی، پاسخ‌گویی سریع به تغییرات محیطی و کاهش عدم قطعیت افزایش می‌دهد (ترنگ^۱ و همکاران، ۲۰۲۵).

شهرک صنعتی کاسپین به‌عنوان یکی از قطب‌های مهم صنعتی و فناوریانه کشور، میزبان طیف متنوعی از شرکت‌های تولیدی، فناوری‌محور و دانش‌بنیان است. این شرکت‌ها با وجود برخورداری از ظرفیت‌های انسانی و فنی قابل توجه، با چالش‌هایی نظیر ناهماهنگی در فرآیندهای زنجیره ارزش، محدودیت در بهره‌برداری از داده‌ها و ضعف در یکپارچگی سیستم‌های اطلاعاتی مواجه‌اند. در چنین شرایطی، استفاده از رویکردهای سنتی مدیریتی پاسخگوی پیچیدگی‌های محیط رقابتی کنونی نیست و نیاز به راهکارهای هوشمند و الگوریتم‌محور بیش از پیش احساس می‌شود.

مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از پژوهش‌ها در حوزه زنجیره ارزش، بر رویکردهای توصیفی، مدل‌های خطی و روش‌های آماری کلاسیک متمرکز بوده‌اند (آبادی و دیگران، ۱۴۰۳؛ محمدی، سجادی، نجفی، و تقی‌زاده‌یزدی، ۱۴۰۱؛ مهری‌نمک‌آورانی، کاظمی، رضایی، و احتشام‌رانی، ۱۴۰۲؛ نوری، حبیبی‌راد، و فتحیان، ۱۴۰۱؛ هورشاد، صفری، و قاسمی، ۱۴۰۲). این در حالی است که ماهیت روابط میان اجزای زنجیره ارزش، به‌ویژه در شرکت‌های صنعتی، پیچیده، پویا و غیرخطی است. بسیاری از این مطالعات، نقش فناوری‌های هوشمند و داده‌محوری را به‌صورت مجزا بررسی کرده و از ارائه یک چارچوب الگوریتمی یکپارچه که بتواند تعاملات پیچیده میان ابعاد زنجیره ارزش را مدل‌سازی کند، غفلت کرده‌اند. این خلأ روش‌شناختی موجب شده است که نتایج به‌دست‌آمده قابلیت پیش‌بینی و تصمیم‌سازی عملی محدودی داشته باشند.

از منظر کاربردی، تحقیقات اندکی به‌طور خاص به شرایط بومی شرکت‌های مستقر در شهرک‌های صنعتی، به‌ویژه در ایران، پرداخته‌اند. اغلب مدل‌های ارائه‌شده در ادبیات، بر اساس داده‌ها و ساختارهای سازمانی کشورهای توسعه‌یافته طراحی شده‌اند و قابلیت انطباق کامل با محیط‌های صنعتی داخلی را ندارند. به‌ویژه در شهرک صنعتی کاسپین، که ترکیبی از شرکت‌های تولیدی، فناوریانه و دانش‌بنیان فعالیت می‌کنند، نبود یک الگوریتم برای هوشمندسازی زنجیره ارزش، به‌عنوان یک خلأ جدی علمی و مدیریتی مطرح است. این پژوهش تلاش می‌کند این شکاف را با ارائه یک مدل داده‌محور و مبتنی بر هوش مصنوعی پوشش دهد.

¹ Tseng

با وجود تحقیقات گسترده‌ای که در زمینه هوشمندسازی زنجیره ارزش صورت گرفته است؛ پژوهشی کمی و مدلسازی در خصوص ارائه الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی در هوشمندسازی زنجیره ارزش شرکت‌های مستقر در شهرک صنعتی کاسپین ایران صورت نگرفته است؛ در نتیجه رساله حاضر به دنبال پاسخگویی به این سوال است که الگوریتم هوشمندسازی زنجیره ارزش در شرکت‌های شهرک صنعتی کاسپین قزوین چیست؟

نوآوری و جدید بودن پژوهش حاضر در رویکرد یکپارچه، داده‌محور و الگوریتم‌محوری نهفته است که برای نخستین بار به صورت منسجم به هوشمندسازی زنجیره ارزش شرکت‌های مستقر در شهرک صنعتی کاسپین می‌پردازد. این پژوهش با تلفیق روش فراترکیب به عنوان ابزاری برای استخراج نظام‌مند مؤلفه‌ها و شاخص‌های زنجیره ارزش هوشمند از ادبیات علمی، و بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای مدلسازی روابط پیچیده و غیرخطی میان این مؤلفه‌ها، چارچوبی نوین و کاربردی ارائه می‌دهد. برخلاف مطالعات پیشین که عمدتاً به تحلیل‌های خطی یا مدل‌های مفهومی بسنده کرده‌اند، این پژوهش با طراحی یک الگوریتم هوشمند قابل اجرا، امکان پیش‌بینی، تحلیل حساسیت و شبیه‌سازی سناریوهای مدیریتی را فراهم می‌سازد. بومی‌سازی مدل متناسب با ویژگی‌های شرکت‌های صنعتی و دانش‌بنیان مستقر در یک شهرک صنعتی مشخص، از دیگر وجوه تمایز پژوهش است که موجب افزایش قابلیت کاربرد نتایج در محیط واقعی کسب و کار می‌شود. همچنین، تبدیل داده‌های ادراکی مدیران خبره به خروجی‌های کمی و تصمیم‌یار از طریق شبکه عصبی مصنوعی، گامی نوآورانه در پیوند دانش نظری و عمل مدیریتی محسوب می‌شود.

در ادامه به بیان مختصری از پیشینه پژوهش، معرفی متغیرهای پژوهش، روش‌شناسی تحقیق، یافته‌های پژوهش و نتایج و دستاوردهای تحقیق پرداخته شده است.

۲. پیشینه پژوهش

تاکنون پژوهش‌های فراوانی در خصوص هوشمندسازی زنجیره ارزش صورت پذیرفته است. در این قسمت به مهم‌ترین تحقیقات صورت گرفته در این حوزه پرداخته شده است.

آبادی، جمالی و قربان پور (۱۴۰۳)، در پژوهشی با عنوان: مدیریت هوشمند زنجیره تأمین تحت فناوری اینترنت اشیاء با رویکرد نقشه شناختی فازی، پرداختند. بدین منظور پرسشنامه به ۱۰ نفر از خبرگان و کارشناسان مربوطه ارائه شد و طی چند مرحله مورد واکاوی اطلاعات قرار گرفت که در نهایت در ۹ دسته معیار و ۴۱ زیرمعیار، عوامل اصلی کاربرد اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین تعیین گردیدند. معیارها شامل: مدیریت هوشمند موجودی و انبارداری، مدیریت هوشمند عملیات، مدیریت هوشمند اطلاعات، مدیریت هوشمند محصولات، مدیریت هوشمند هزینه، مدیریت هوشمند بهره‌وری شرکتی، مدیریت هوشمند مشتریان و تأمین‌کنندگان دارو، مدیریت هوشمند فروش و بازاریابی و مدیریت هوشمند محیط زیست هستند. نتایج نشان داد که ارتباط میان کلیه شاخص‌ها همسو و مثبت است. شاخص مدیریت هوشمند اطلاعات به عنوان مهمترین شاخص بدست آمده است؛ زیرا بر همه شاخص‌های دیگر تأثیرگذار است. سه شاخص مدیریت هوشمند مشتریان، مدیریت هوشمند فروش و بازاریابی و مدیریت هوشمند عملیات در رتبه‌ی دوم تأثیرگذاری هستند. بنابراین مدیران صنعت توزیع دارو می‌بایست با استفاده از فناوری اینترنت اشیاء به مدیریت هوشمند اطلاعات در سازمان خود، بهبود روابط با مشتریان، بهبود عملیات و تمرکز ویژه بر فرآیند فروش بپردازند و موجب بهینه‌سازی فرآیندهای زنجیره تأمین و افزایش سودآوری شوند.

کریمی تکلو، شریفی و بخشی (۱۴۰۳)، در مقاله‌ای به واکاوی محرک‌های زنجیره تامین دایره‌ای پایدار هوشمند با استفاده از روش‌های ترکیبی دیمتل و مدلسازی ساختاری تفسیری متخاصم، پرداختند. مزیت زنجیره تامین دایره‌ای پایدار هوشمند کمک به اقتصادهای در حال توسعه می‌باشد که بیشترین تأثیر را از چالش‌ها و استانداردهای در حال تغییر صنعت و محیط دارند. هدف از این پژوهش شناسایی و تحلیل محرک‌های زنجیره تامین دایره‌ای پایدار هوشمند بود. براین اساس ۱۲ نمونه به روش گلوله برفی از بین خبرگان صنعت روغن خوراکی انتخاب شد. محرک‌ها با نظر خبرگان نهایی شد و با روش DEMATEL و AISM مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که محرک‌های شایستگی سازمانی و شایستگی منابع انسانی به‌عنوان تأثیرگذارترین محرک‌ها بوده و محرک‌های پایداری اقتصادی و پایداری محیطی بیشترین میزان تأثیرپذیری را نسبت به سایر محرک‌ها دارند. طبق نتایج پژوهش مسئولین صنعت روغن خوراکی برای حرکت به سمت زنجیره تامین دایره‌ای پایدار هوشمند باید شایستگی سازمانی را مورد توجه ویژه قرار دهند زیرا این محرک بیشترین میزان تأثیرگذاری را نسبت به سایر محرک‌ها دارد.

اسلام پناه و همکاران (۱۴۰۲)، در پژوهشی با عنوان: طراحی شبکه زنجیره تامین معکوس پسماندهای صنعتی با به کارگیری سیستم بین خودرویی هوشمند (مورد مطالعه: خودروسازی ایران)، پرداختند. هدف اصلی این پژوهش، ارائه مدل ریاضی شبکه زنجیره تامین معکوس پسماندهای صنعتی (خودروسازی ایران) با در نظر گرفتن ابعاد پایداری و سیستم حمل و نقل هوشمند بین خودرویی است. روش: در این پژوهش با هدف به حداکثر رساندن سود اقتصادی و به حداقل رساندن آثار زیست محیطی و اجتماعی، یک مدل ریاضی چندهدفه عدد صحیح، برای مسئله مکان یابی به منظور طراحی زنجیره تامین پایدار ارائه شده است. اهداف اقتصادی شامل درآمد و هزینه های زنجیره تامین، اهداف زیست محیطی شامل میزان انتشار کربن در حمل و نقل و عملیات ها و اهداف اجتماعی، شامل حوادث سالیانه، رفاه رانندگان، محل زندگی نیروی کار و استخدام و اخراج نیروی کار است. همچنین در مدل، برای محاسبه دقیق تر میزان انتشار کربن بر اساس مدت زمان حمل و نقل در زنجیره تامین، سیستم حمل و نقل هوشمند بین خودرویی ارائه شده است. برای حل مدل، از داده های واقعی خودروسازی کشور ایران و نرم افزار گمز استفاده شده است. یافته ها: مدل ریاضی چندهدفه پیشنهادی با استفاده از روش محدودیت اپسیلون تقویت شده در نرم افزار گمز با داده های به دست آمده از خودروسازی کشور ایران حل شد. نتایج نشان دهنده صحت مدل و اعتبارسنجی آن است. بر اساس نتایج به دست آمده، مدل پیشنهادی ضمن داشتن کارایی مطلوب، این قابلیت را دارد که برای نمونه موردی کشور ایران استفاده شود. نتیجه گیری: نتایج نشان داد که زنجیره تامین معکوس، در طول زمان و با توجه به بازافت محصول فرسوده با ملاحظات هم زمان ابعاد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی و در نظر گرفتن سیستم حمل و نقل هوشمند بین خودرویی کارآمد است. همچنین نتایج محاسباتی نشان می دهد که مدل ریاضی ارائه شده، توانسته است که مکان یابی تسهیلات، مسیریابی و جریان مواد بین تسهیلات را با در نظر رفتن اهداف سه گانه به دست آورد. مدل پیشنهادی مراکز اوراق و پیاده سازی، پردازش و فراوری و بازیابی را با توجه به اهداف انتخاب کرده و جریان مواد بین مراکز را تعیین کرده است. از طرفی، تحلیل حساسیت نشان داد که تغییرات روی پارامتر فرهنگ سازی تبلیغات برای فروش خودرو فرسوده و میزان انتشار کربن، تأثیر زیادی روی توابع هدف می گذارد.

هورشاد و همکاران (۱۴۰۲) با عنوان توسعه مدل مدیریت زنجیره تامین هوشمند در صنعت کالاهای تندمصرف، پرداختند. هدف اصلی پژوهش دستیابی به مدل زنجیره تامین هوشمند صنعت کالاهای تند مصرف در ایران می‌باشد. از آنجا که این پژوهش از نوع آمیخته اکتشافی است، در بخش کیفی پس از مرور مطالعات موجود و جمع‌آوری ادبیات

موضوعی پژوهش، مقالات مرتبط شناسایی و خروجی‌های به دست آمده با استفاده از روش مالٹی گراند تئوری تحلیل گردید. پس از انجام روش فراترکیب، مقالات منتخب استخراج شدند. همچنین، پس از برگزاری مصاحبه با ۱۵ نفر از خبرگان حوزه مورد بررسی، به کدگذاری مقوله‌ها پرداخته و نتیجه به استخراج مدل منتج شد. در بخش کمی به منظور پالایه نمودن شاخص‌ها از روش پشتیبان اجماع گسسته استفاده شد. در ادامه به منظور نوع‌شناسی مدل از روش تحلیل مقایسه‌ای کیفی فازی با استفاده از نرم‌افزار FsQCA4 استفاده شد. داده‌های بخش کمی از بین ۲۰ نفر از مدیران و خبرگان زنجیره تأمین در شرکت‌های فعال در صنعت کالاهای تند مصرف شهر تهران گردآوری شدند. بر اساس نتایج کیفی پژوهش، مشخص گردید مدل مذکور دارای ۶ مقوله اصلی، ۲۱ مقوله فرعی و ۱۱۳ کد شاخص می‌باشد. همچنین بر اساس نتایج بخش کمی تعداد ۹۲ شاخص به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های هوشمندسازی زنجیره تأمین صنعت کالاهای تند مصرف تعیین و در ادامه مناسب‌ترین ترکیب بین شاخص‌های مدل پارادایمی تعیین شدند.

مهری نمک آورانی و همکاران (۱۴۰۲) با عنوان شناسایی و رتبه‌بندی عوامل توانمندساز در زنجیره تأمین هوشمند، پرداختند. مطالعه موردی پژوهش مذکور شامل چهار شرکت پتروشیمی نوری، پتروشیمی جم، پتروشیمی خارک و پتروشیمی پردیس است. میزان اهمیت هر کدام از توانمندسازهای مذکور در زنجیره تأمین هوشمند، بر اساس پرسش‌نامه‌های مربوطه صورت پذیرفت و باتوجه به رتبه‌بندی انجام شده در خصوص میزان اهمیت توانمندسازها در زنجیره تأمین هوشمند و به استناد نظرات خبرگان، هفت عامل به عنوان مهم‌ترین عوامل توانمندسازی زنجیره تأمین هوشمند انتخاب شدند که به ترتیب عبارتند از: مهارت‌ها و دانش کلان‌داده‌ها، مطالعه مناسب و امکان‌سنجی برای کمک به انتخاب و استفاده از تکنیک‌های کلان‌داده، ردیابی و بومی‌سازی محصولات، شفافیت و قابل مشاهده بودن، مدیریت زنجیره تأمین الکترونیکی، بهبود انتقال اطلاعات و توسعه اثربخش و مقرون به صرفه، وزن فناوری یکپارچگی داده‌ها و اطلاعات. در مرحله بعدی میزان عملکرد این گزینه‌ها در تحقق توانمندسازهای زنجیره تأمین مورد ارزیابی قرار گرفتند. تکنیک پیشنهادی برای این منظور، روش WASPAS بود که به استناد این روش، رتبه‌بندی نهایی باتوجه به شاخص‌های توانمندساز مربوطه به ترتیب شرکت پتروشیمی خارک، شرکت پتروشیمی نوری، شرکت پتروشیمی پردیس و شرکت پتروشیمی جم معرفی شدند.

اسدزاده منجیلی، حاج علی اکبری و محمدی (۱۴۰۱)، در پژوهشی با عنوان طراحی مدل راهبردی برای مدیریت هوشمند زنجیره تأمین محصولات اساسی کشاورزی، با هدف بهبود فرایند برنامه‌ریزی از مزرعه تا بازار، پرداختند. در این راستا، پس از مطالعات کتابخانه‌ای، در گام نخست، مطالعات میدانی، از طریق مصاحبه عمیق با ۳۳ نفر از خبرگان بخش‌های دولتی و خصوصی فعال در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی انجام گرفت که به روش نمونه‌گیری نظری و غیراحتمالی هدفمند انتخاب شده بودند. به منظور تحلیل داده‌ها از روش کیفی داده‌بنیاد و کدگذاری استفاده شد. براساس یافته‌های بخش اول، ۱۵۵۶ کد باز، ۷۵ کد محوری و ۹ کد انتخابی، شامل عوامل اقتصادی و مالی، بازاریابی و فروش، تولیدی و عملیاتی، نهادی، زیرساختی و لجستیکی، ارتباطی و اطلاعاتی، فناورانه، اقلیمی، زیست‌محیطی و بیولوژیکی و سیاسی شناسایی شد و به روش تحلیل کیفی و با نرم‌افزار مکس کیودا نسخه ۲۰۲۰، عوامل مؤثر طبقه‌بندی گردید. سپس، مدل پارادایمی پژوهش، مبتنی بر هفت عامل اصلی (شامل ۴۶ عامل فرعی)، هشت راهبرد تأمین (شامل ۳۴ اقدام راهبردی) و ۲۳ پیامد مالی و غیرمالی، در راستای تحقق مدیریت هوشمند زنجیره تأمین و بهبود فرایندهای برنامه‌ریزی از مزرعه تا بازار، طراحی شد.

قوباخلو و همکاران (۲۰۲۵) در پژوهشی با عنوان تحول دیجیتال صنعت ۴.۰ و فرصت‌هایی برای تاب‌آوری زنجیره تأمین: یک بررسی جامع و یک نقشه راه استراتژیک، پرداختند. علیرغم علاقه به فرصت‌هایی که صنعت ۴.۰ برای تاب‌آوری زنجیره تأمین ارائه می‌دهد، اطلاعات کمی در مورد مکانیسم‌های اساسی چنین مشارکت‌هایی وجود دارد. این مطالعه نقشه راهی را توسعه می‌دهد که توضیح می‌دهد چگونه زنجیره‌های تأمین می‌توانند از عملکردهای تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت ۴.۰ بهره‌برداری کنند. این مطالعه یک بررسی متون محتوای محور انجام داد و ۱۶ کارکرد را شناسایی کرد که از طریق آنها صنعت ۴.۰ تاب‌آوری زنجیره تأمین را افزایش می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که عملکردهای تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت ۴.۰ شناسایی شده بسیار مرتبط هستند و اعضای زنجیره تأمین باید استراتژی‌های دیجیتالی شدن خود را با توالی ارائه این کارکردها توسط صنعت ۴.۰ همسو کنند. سهم صنعت ۴.۰ در تاب‌آوری زنجیره تأمین ابتدا شامل ارائه کارکردهای داده‌محور مانند اتوماسیون زنجیره تأمین، کیفیت اطلاعات و ارتباطات، نظارت بر فرآیند و قابلیت مشاهده است. صنعت ۴.۰ همچنین به شرکای زنجیره تأمین اجازه می‌دهد تا در بهبود نقشه‌برداری زنجیره تأمین، مدیریت پیچیدگی و قابلیت‌های نوآوری بهتر همکاری کنند. از طریق این کارکردها و با افزایش شفافیت، انعطاف‌پذیری و چابکی عملیات زنجیره تأمین، صنعت ۴.۰ کارکردهای تاب‌آوری وابسته‌تر اما مهم‌تری مانند پاسخگویی زنجیره تأمین، قابلیت انطباق و مدیریت تداوم را ارائه می‌دهد. این نقشه راه همچنین توضیح می‌دهد که چگونه هر جفت از عملکردهای تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت ۴.۰ با یکدیگر تعامل دارند و در عین حال به تاب‌آوری کلی زنجیره تأمین کمک می‌کنند. این مطالعه پیامدهای احتمالی را مورد بحث قرار می‌دهد و مسیرهای مهمی را برای تحقیقات آینده ترسیم می‌کند.

هاکولا و همکاران (۲۰۲۵) با عنوان برچسب‌های هوشمند به عنوان توانمندسازهایی برای گذرنامه‌های محصول دیجیتال در زنجیره‌های ارزش الکترونیک چرخشی، پرداختند. انتظار می‌رود صنعت الکترونیک مفاهیم و عملیات محصول پایدارتر و چرخشی‌تری را اتخاذ کند. از آنجایی که زنجیره‌های ارزش الکترونیک پیچیده هستند، گذرنامه‌های دیجیتال محصول که شفافیت و قابلیت ردیابی زنجیره ارزش را فراهم می‌کنند، می‌توانند به عنوان یکی از عوامل کلیدی برای تغییر به سمت اقتصاد چرخشی در نظر گرفته شوند. حامل‌های داده که شناسه‌های فیزیکی متصل به محصولات هستند، دسترسی به داده‌های محصول ذخیره شده در ابر و پایگاه‌های داده را فراهم می‌کنند. برچسب‌های هوشمندی که شناسایی سطح کالا را با نظارت بر وضعیت ترکیب می‌کنند، برای دسترسی به داده‌های چرخه عمر پویای محصولات نیز پیشنهاد شده‌اند تا تصمیم‌گیری در پایان عمر را بر اساس شرایطی که محصول در طول چرخه عمر خود در معرض آن قرار گرفته است، بهبود بخشند. این اطلاعات پویا را می‌توان به طور مؤثر همراه با داده‌های محصول برای تصمیم‌گیری در مورد اینکه کدام استراتژی اقتصاد چرخشی را اتخاذ کند: استفاده مجدد، تولید مجدد، تعمیر، بازیافت و غیره، استفاده کرد. این مقاله الزامات داده‌های زنجیره ارزش الکترونیک را برای گذرنامه‌های دیجیتال محصول تجزیه و تحلیل می‌کند، به طور خاص بر روی شرایطی که باید با کمک برچسب‌های هوشمند نظارت شوند، تمرکز دارد. داده‌های این تجزیه و تحلیل از ده زنجیره ارزش توسعه‌ای با هدف پایداری و چرخشی بودن با پرسشنامه‌ای مربوط به نیازهای داده، دسترسی به داده‌ها، شکاف‌های داده و در دسترس بودن داده‌ها جمع‌آوری شده است. پاسخ‌ها بر نیاز به تبادل داده‌ها و ابزارهایی برای نظارت بر عملکرد اجزا در طول ذخیره‌سازی و استفاده تأکید کردند. یک حسگر رطوبت بصری چاپ‌شده به عنوان یک مطالعه موردی تجربی توسعه داده شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است تا به زنجیره‌های ارزش کمک کند تا به صورت پویا شرایط چرخه عمر محصولات را رصد کنند. این برچسب هوشمند با تغییر رنگ قابل مشاهده در طول زمان در رطوبت‌های مختلف بین ۳۳ تا

۷۲ درصد رطوبت نسبی عمل کرد، در حالی که در رطوبت ۰ درصد واکنش نشان نداد. ارتباط مفاهیم مختلف برچسب هوشمند مورد بحث قرار گرفته و جنبه‌های مهم دیگری مانند پایداری و دوام برچسب‌های هوشمند در این بحث گنجانده شده است.

یوتومو و همکاران (۲۰۲۵) با عنوان رفتار عملکرد روابط بازاریابی در طرح اعتباری مبتنی بر زنجیره ارزش، پرداختند. تأمین مالی زنجیره ارزش یک رویکرد تأمین مالی است که از ابزارها، رویه‌ها و فناوری مالی برای بهینه‌سازی مدیریت سرمایه در گردش و نقدینگی در طول فرآیند زنجیره ارزش، شامل شرکت مادر، شرکت‌های تأمین‌کننده، توزیع‌کنندگان یا نمایندگان به عنوان کاربران نهایی، بهره می‌برد. با استفاده مؤثر از داده‌ها، بانک BRI می‌تواند عملکرد مالی خود را افزایش دهد، موقعیت رقابتی خود را تقویت کند و ارزش افزوده را به مشتریان ارائه دهد. برای کارکنان بازاریابی بانک BRI در دفتر منطقه‌ای جاکارتا ۲، به ویژه در زمینه کسب و کار وام‌های خرد، این پایگاه داده نقش محوری در تدوین استراتژی‌هایی برای بهبود عملکرد در طرح‌های اعتباری بر اساس پایگاه داده زنجیره ارزش ایفا می‌کند. در بخش وام‌های خرد در بانک BRI، پایگاه داده زنجیره ارزش به طور قابل توجهی به بهبود کارایی، اثربخشی و کیفیت خدمات کمک می‌کند. این مطالعه یک رویکرد کیفی را برای بررسی و کسب بینش در مورد رفتار عملکرد بازاریابی در دفتر منطقه‌ای جاکارتا ۲، به ویژه در رابطه با اجرای طرح‌های اعتباری مبتنی بر زنجیره ارزش، اتخاذ می‌کند. هدف از این تحقیق بررسی این است که چگونه پایگاه داده زنجیره ارزش می‌تواند عملکرد کارکنان بازاریابی بانک BRI در دفتر منطقه‌ای جاکارتا ۲ را افزایش دهد و آنها را قادر سازد تا استراتژی‌هایی را تدوین کنند که نتایج بازاریابی را بهبود می‌بخشد و توسط ابتکارات اعتباری مبتنی بر زنجیره ارزش پشتیبانی می‌شود.

آدریانا و همکاران (۲۰۲۴) با عنوان عملکرد به عنوان عوامل تعیین‌کننده وام‌دهی پایدار در بانک تجاری: مروری سیستماتیک بر ادبیات، پرداختند. این مرور سیستماتیک متون با هدف شناسایی عواملی که در وام‌دهی پایدار در بانک‌های تجاری از طریق مفهوم زنجیره ارزش نقش دارند و روشن کردن رابطه بین این عوامل انجام شده است. در مجموع ۱۰۷۳ مقاله از مجلات علمی مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که ۱۸ مقاله مرتبط با صنعت بانکداری و مرتبط با اعتبار (وام‌دهی بانکی) برای بررسی انتخاب شدند. این بررسی نشان داد که زنجیره ارزش و عملکرد دو عامل غالب در وام‌دهی پایدار هستند. در مجموع ۱۵ مقاله، تأثیر بالقوه و مثبت پایداری را نشان می‌دهند که شامل ۷ مقاله زنجیره ارزش در مورد پتانسیل تشویق پایداری و ۸ مقاله عملکرد در مورد رابطه مثبت با پایداری است. تأثیر جنبه‌های زنجیره ارزش و عملکرد بر پایداری هنوز مورد بحث است، برخی تأثیر مثبت، برخی تأثیر منفی و برخی هیچ تأثیری نمی‌بینند. تحقیقات بیشتری برای توضیح رابطه علی بین این عوامل و وام‌دهی پایدار مورد نیاز است. در این پژوهش، متغیرها بر اساس نقش آنها در مدل هوشمندسازی زنجیره ارزش و معماری شبکه عصبی مصنوعی، به سه دسته متغیرهای ورودی، متغیر خروجی و متغیرهای کنترلی و توصیفی تقسیم می‌شوند.

۱.۲. متغیرهای ورودی شبکه عصبی

متغیرهای ورودی شبکه عصبی، بیانگر عوامل اثرگذار بر هوشمندسازی زنجیره ارزش در شرکت‌های شهرک صنعتی کاسپین هستند. این متغیرها از بخش دوم و سوم پرسشنامه استخراج شده‌اند و به عنوان نودهای ورودی شبکه عصبی مورد استفاده قرار می‌گیرند. انتخاب این متغیرها مبتنی بر نظریه زنجیره ارزش، ادبیات هوشمندسازی سازمانی و منطق داده‌محور شبکه‌های عصبی است (منبع، پژوهش حاضر).

۲.۲. متغیرهای مرتبط با زنجیره ارزش (بخش دوم پرسشنامه)

این متغیرها ابعاد اصلی زنجیره ارزش شرکت‌های صنعتی شهرک کاسپین را پوشش می‌دهند و نشان‌دهنده سطح بلوغ عملکردی هر حلقه از زنجیره ارزش هستند:

فعالیت‌های تحقیق و توسعه

نشان‌دهنده میزان ساخت‌یافتگی، داده‌محوری و هم‌راستایی فعالیت‌های تحقیق و توسعه با اهداف راهبردی شرکت است. این بعد نقش اساسی در خلق دانش و فناوری دارد (لو و همکاران، ۲۰۲۴).

نوآوری و فناوری

بیانگر توان شرکت در تولید و به‌کارگیری نوآوری‌های فناورانه و تبدیل دانش به محصولات یا خدمات جدید است (لو و همکاران، ۲۰۲۴).

تولید و عملیات

میزان کارایی، انعطاف‌پذیری و بهینگی فرآیندهای عملیاتی و تولیدی شرکت را نشان می‌دهد (سو و همکاران، ۲۰۲۵).

بازاریابی و تجاری‌سازی

توان شرکت در انتقال ارزش خلق‌شده به بازار، جذب مشتری و تبدیل فناوری به درآمد را منعکس می‌کند (لو و همکاران، ۲۰۲۴).

در مدل شبکه عصبی، هر یک از این ابعاد به‌صورت متغیر کمی نرمال‌شده وارد شبکه شده و روابط غیرخطی آن‌ها با سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش مدل‌سازی می‌شود (سو و همکاران، ۲۰۲۵).

۳.۲. متغیرهای دیجیتالی‌سازی و هوشمندسازی (بخش سوم پرسشنامه)

این متغیرها سطح بلوغ دیجیتال و استفاده از فناوری‌های هوشمند در شرکت را نشان می‌دهند و نقش کاتالیزور در هوشمندسازی زنجیره ارزش دارند:

- سطح زیرساخت‌های دیجیتال
- میزان استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی یکپارچه
- میزان داده‌محوری در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی
- به‌کارگیری فناوری‌های نوین نظیر هوش مصنوعی، کلان‌داده و اتوماسیون
- تأثیر دیجیتالی‌سازی بر سرعت، دقت و کیفیت فرآیندها

در شبکه عصبی، این متغیرها به‌عنوان ورودی‌های کلیدی عمل کرده و توان شبکه در یادگیری الگوهای پیچیده و غیرخطی را افزایش می‌دهند.

متغیرهای ورودی شبکه عصبی نمایانگر وضعیت فعلی زنجیره ارزش و زیرساخت‌های هوشمند شرکت‌ها هستند و مبنای اصلی پیش‌بینی سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش را تشکیل می‌دهند.

۴.۲. متغیر خروجی شبکه عصبی

متغیر خروجی شبکه عصبی، سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش شرکت‌های صنعتی است که از بخش چهارم پرسشنامه استخراج می‌شود. این متغیر به‌صورت یک شاخص ترکیبی تعریف شده و بیانگر پیامد نهایی به‌کارگیری فناوری‌های

هوشمند در زنجیره ارزش است.

ابعاد متغیر خروجی:

- افزایش بهره‌وری سازمانی
- بهبود عملکرد مالی
- افزایش رضایت مشتریان
- تقویت مزیت رقابتی
- کاهش ریسک تصمیم‌گیری مدیریتی

در مدل شبکه عصبی، این متغیر به صورت یک مقدار پیوسته نرمال‌شده تعریف شده و خروجی نهایی شبکه را تشکیل می‌دهد. شبکه عصبی با یادگیری روابط پیچیده میان ورودی‌ها، مقدار این شاخص را پیش‌بینی می‌کند.

۵.۲ متغیرهای کنترلی و توصیفی

ویژگی‌های مدیران – بخش اول پرسشنامه

متغیرهای کنترلی و توصیفی شامل ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای مدیران پاسخ‌دهنده هستند که از بخش اول پرسشنامه استخراج شده‌اند. این متغیرها مستقیماً به عنوان ورودی شبکه عصبی استفاده نمی‌شوند، اما نقش مهمی در کنترل سوگیری، تفسیر نتایج و افزایش اعتبار پژوهش دارند.

مهم‌ترین متغیرهای کنترلی:

- سطح تحصیلات مدیران
- رشته تحصیلی
- سابقه مدیریتی در شرکت‌های دانش‌بنیان
- سمت سازمانی
- میزان آشنایی با فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی

این متغیرها برای:

- توصیف ویژگی‌های نمونه آماری
- بررسی همگنی پاسخ‌دهندگان
- تحلیل تفاوت دیدگاه‌ها در صورت نیاز

به کار گرفته شده‌اند و در تحلیل‌های تکمیلی یا توصیفی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳. روش

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش، کمی است. دلیل استفاده از رویکرد آن است که در بخش کمی، با استفاده از مدل‌سازی ریاضی و شبکه‌های عصبی مصنوعی، هوشمندسازی و پیش‌بینی عملکرد زنجیره ارزش انجام می‌گیرد. همچنین پژوهش از نظر روش اجرا، توصیفی-تحلیلی و توسعه‌ای محسوب می‌شود، زیرا علاوه بر تحلیل وضعیت موجود، منجر به طراحی یک الگوریتم هوشمند می‌گردد.

جامعه آماری این پژوهش شامل ۵۰ نفر از مدیران ارشد، میانی و مؤسس شرکت‌های مستقر در شهرک صنعتی کاسپین

در استان قزوین است که به طور مستقیم در تصمیم گیری های راهبردی، نوآوری، توسعه فناوری و مدیریت زنجیره ارزش شرکت نقش دارند. انتخاب مدیران به عنوان واحد تحلیل، به دلیل دانش ضمنی، تجربه عملی و اشراف آن ها بر فرآیندهای زنجیره ارزش در شرکت های دانش بنیان صورت گرفته است. به منظور افزایش دقت، اعتبار و تخصصی بودن داده ها، معیارهای زیر برای انتخاب پاسخ دهندگان در نظر گرفته شد:

❖ حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد (در رشته های مدیریت، مهندسی، فناوری، کارآفرینی یا رشته های مرتبط)

❖ حداقل 10 سال سابقه اجرایی و مدیریتی در شرکت های صنعتی.

تجربه مستقیم در یکی یا چند حوزه زیر:

✓ مدیریت تحقیق و توسعه (R&D)

✓ مدیریت نوآوری و فناوری

✓ مدیریت تولید یا عملیات

✓ مدیریت تجاری سازی و بازار

✓ آشنایی عملی با مفاهیم دیجیتال سازی، فناوری های نوین و تصمیم گیری داده محور

این معیارها موجب شد که داده های جمع آوری شده از خبرگان واقعی حوزه زنجیره ارزش شرکت های صنعتی استخراج شود. با توجه به محدود بودن تعداد مدیران واجد شرایط و ماهیت تخصصی پژوهش، از روش نمونه گیری هدفمند استفاده شد. در این روش، افرادی انتخاب شدند که بیشترین صلاحیت علمی و تجربی را برای پاسخ گویی به پرسشنامه داشتند. در مجموع، تعداد ۵۰ نفر از مدیران شرکت های دانش بنیان استان قزوین به عنوان نمونه نهایی پژوهش انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند.

روش گردآوری داده ها به صورت مطالعات کتابخانه ای از منابع معتبر اینترنتی و کتب مختلف از سایت های موسخ بین المللی: الزویر، امرالد، سیج، تیلور اند فرانسیس، اسپرینگر و ...، همچنین در صورت وجود پژوهش های مرتبط داخلی و فارسی مرتبط با پژوهش در شناخت بهتر ابعاد و مولفه های هوشمندسازی زنجیره ارزش استفاده شده است. همچنین با استفاده از ابزار پرسش نامه از نظر خبرگان در طراحی مدل مفهومی تحقیق در طراحی الگوریتم هوشمندسازی زنجیره ارزش استفاده شد.

داده های کمی حاصل از پرسشنامه های تکمیل شده توسط مدیران و خبرگان شرکت های مستقر در شهرک صنعتی کاسپین، با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی مورد تحلیل قرار گرفتند. پیش از ورود داده ها به مدل، عملیات پیش پردازش شامل بررسی داده های مفقود، نرمال سازی متغیرها و تقسیم داده ها به مجموعه های آموزش، اعتبارسنجی و آزمون انجام شد. سپس، شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه به منظور مدل سازی روابط غیر خطی میان مؤلفه های زنجیره ارزش و سطح هوشمندسازی طراحی و آموزش داده شد.

در این مرحله، شبکه عصبی با یادگیری الگوهای پنهان در داده ها، توانست تأثیر نسبی هر یک از مؤلفه ها را بر سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش شناسایی کند. عملکرد مدل با استفاده از شاخص های ارزیابی نظیر میانگین مربعات خطا (MSE)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تعیین (R^2) سنجیده شد تا دقت پیش بینی و قابلیت تعمیم پذیری مدل مورد ارزیابی قرار گیرد. در گام نهایی، به منظور تفسیر عمیق تر نتایج و استخراج دانش کاربردی، تحلیل

حساسیت متغیرهای ورودی شبکه عصبی انجام شد. این تحلیل امکان اولویت‌بندی مؤلفه‌های زنجیره ارزش و شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر هوشمندسازی را فراهم ساخت. نتایج به‌دست آمده از شبکه عصبی مصنوعی با یافته‌های مرحله فراترکیب مقایسه و تلفیق شدند تا میزان هم‌راستایی داده‌های نظری و میدانی بررسی شود. این فرآیند تلفیق، به تدوین نهایی الگوریتم هوشمندسازی زنجیره ارزش منجر شد که به‌عنوان خروجی اصلی پژوهش معرفی می‌شود. به‌منظور مدل‌سازی روابط غیرخطی میان ویژگی‌های زنجیره ارزش و سطح هوشمندسازی، از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شده است. این روش به دلیل توانایی بالا در یادگیری الگوهای پیچیده و غیرخطی انتخاب شده است. برای بررسی روایی محتوا، پرسشنامه در اختیار تعدادی از اساتید دانشگاه، خبرگان مدیریت فناوری و مدیران باسابقه شرکت‌های دانش‌بنیان قرار گرفت. نظرات اصلاحی آن‌ها در خصوص شفافیت گویه‌ها، تناسب سؤالات با اهداف پژوهش، جامعیت ابعاد زنجیره ارزش، اعمال شد و بدین ترتیب روایی محتوایی ابزار تأیید گردید. برای سنجش پایایی پرسشنامه از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. مقدار آلفای کرونباخ برای کل پرسشنامه و ابعاد اصلی آن بیشتر از ۰.۷ به‌دست آمد که نشان‌دهنده پایایی مناسب و قابل قبول ابزار اندازه‌گیری است. همچنین ثبات نتایج مدل شبکه عصبی با اجرای چندباره آموزش و مقایسه خطاهای خروجی مورد بررسی قرار گرفت که بیانگر پایداری مدل است.

علت بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی مصنوعی: به دلیل توانایی بالا در مدل‌سازی روابط پیچیده، غیرخطی و چندبعدی، یکی از مناسب‌ترین ابزارها برای تحلیل پدیده‌های سازمانی و مدیریتی محسوب می‌شوند. در مسئله هوشمندسازی زنجیره ارزش، تعامل میان ابعاد مختلفی نظیر تحقیق و توسعه، نوآوری، تولید، بازاریابی و دیجیتال‌سازی، ماهیتی پویا و غیرخطی دارد که با روش‌های آماری کلاسیک به‌سادگی قابل تبیین نیست. شبکه عصبی مصنوعی با الهام از ساختار یادگیری مغز انسان، قادر است بدون نیاز به فرض‌های محدودکننده خطی بودن یا توزیع نرمال داده‌ها، الگوهای پنهان میان متغیرها را شناسایی کند. از سوی دیگر، داده‌های این پژوهش مبتنی بر نظرات خبرگان و مدیران بوده و دارای عدم قطعیت، نویز و پیچیدگی‌های ادراکی هستند. شبکه‌های عصبی مصنوعی در مواجهه با چنین داده‌هایی از انعطاف‌پذیری و پایداری بالاتری برخوردارند و می‌توانند با یادگیری تدریجی، دقت پیش‌بینی مناسبی ارائه دهند. همچنین، قابلیت تعمیم‌پذیری شبکه عصبی به داده‌های جدید، امکان استفاده از مدل به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌یار را برای مدیران فراهم می‌کند. علاوه بر این، شبکه عصبی مصنوعی این امکان را فراهم می‌سازد که پس از آموزش، از طریق تحلیل حساسیت و اهمیت متغیرها، نقش نسبی هر یک از مؤلفه‌های زنجیره ارزش در هوشمندسازی مشخص شود. این ویژگی، شبکه عصبی را از یک ابزار صرفاً پیش‌بینی‌کننده به یک ابزار تحلیلی و راهبردی تبدیل می‌کند. قابلیت پیاده‌سازی شبکه‌های عصبی در قالب الگوریتم‌های قابل اجرا و به‌روزرسانی‌پذیر، انتخاب این روش را برای طراحی الگوریتم هوشمندسازی زنجیره ارزش در شرکت‌های مستقر در شهرک صنعتی کاسپین توجیه‌پذیر و کارآمد می‌سازد.

۴. یافته‌ها

در این پژوهش، تحلیل داده‌ها با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی بر مبنای تعریف مشخصی از ورودی‌ها و خروجی‌ها انجام شده است. ورودی‌های مدل شامل شاخص‌های زنجیره ارزش و مؤلفه‌های دیجیتال‌سازی استخراج شده از بخش دوم و سوم پرسشنامه بوده‌اند. این شاخص‌ها نمایانگر وضعیت عملکردی شرکت‌ها در حوزه‌هایی نظیر تحقیق و توسعه،

نوآوری و فناوری، تولید و عملیات، بازاریابی و تجاری سازی و همچنین میزان بلوغ دیجیتال، تصمیم گیری داده محور و استفاده از فناوری های هوشمند هستند. انتخاب این متغیرها به عنوان ورودی مدل، امکان تحلیل جامع و یکپارچه وضعیت زنجیره ارزش در شرکت های مورد مطالعه را فراهم کرده است. خروجی شبکه عصبی مصنوعی، سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش بوده است که از بخش چهارم پرسشنامه استخراج شده و به صورت یک شاخص کمی تعریف شده است. این متغیر بیانگر پیامد نهایی به کارگیری فناوری های هوشمند در زنجیره ارزش بوده و ابعادی نظیر افزایش بهره وری، بهبود عملکرد، ارتقای مزیت رقابتی و اثربخشی تصمیم گیری مدیریتی را در بر می گیرد. بدین ترتیب، شبکه عصبی با دریافت ورودی های چندبعدی، قادر به پیش بینی سطح کلی هوشمندسازی زنجیره ارزش در شرکت ها شده است. به منظور تحلیل روابط پیچیده و غیرخطی میان شاخص های زنجیره ارزش، مؤلفه های دیجیتالی سازی و سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش در شرکت های مستقر در شهرک صنعتی کاسپین، فرآیند تحلیل داده ها با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در چند مرحله متوالی انجام شد که در ادامه تشریح شده است.

۱.۴. مرحله اول: آماده سازی محیط پیاده سازی شبکه عصبی

در گام نخست، محیط محاسباتی لازم برای پیاده سازی شبکه عصبی مصنوعی فراهم شد. همان گونه که در جدول ۱ مشاهده می شود، از مجموعه ای از کتابخانه های معتبر زبان برنامه نویسی پایتون استفاده شده است. کتابخانه NumPy برای انجام محاسبات عددی و عملیات آرایه ای، Pandas برای بارگذاری و مدیریت داده های پرسشنامه ای، و Scikit-learn برای نرمال سازی داده ها، تقسیم مجموعه داده ها و ارزیابی عملکرد مدل به کار گرفته شد. همچنین، TensorFlow و Keras به عنوان بستر اصلی طراحی، آموزش و اجرای شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفتند. استفاده از سازوکار توقف زودهنگام نیز به منظور جلوگیری از بیش برآزش مدل و افزایش قابلیت تعمیم پذیری نتایج انجام شده است.

جدول ۱- کتابخانه های مورد استفاده در پیاده سازی شبکه عصبی مصنوعی (منبع: یافته های پژوهش)

ردیف	کتابخانه	کاربرد
۱	NumPy	انجام محاسبات عددی و عملیات آرایه ای
۲	Pandas	بارگذاری، مدیریت و پیش پردازش داده ها
۳	Scikit-learn	نرمال سازی داده ها، تقسیم داده ها و ارزیابی مدل
۴	TensorFlow	پیاده سازی و آموزش شبکه عصبی مصنوعی
۵	Keras	طراحی لایه ها و معماری شبکه عصبی
۶	EarlyStopping	جلوگیری از بیش برآزش مدل

۲.۴. مرحله دوم: ساختاردهی مجموعه داده‌های پژوهش

در این مرحله، ساختار مجموعه داده‌های ورودی و خروجی مدل تعریف شد. مطابق جدول ۲، متغیرهای ورودی شبکه عصبی شامل شاخص‌های زنجیره ارزش (بخش دوم پرسشنامه) و مؤلفه‌های دیجیتالی‌سازی (بخش سوم پرسشنامه) بوده‌اند. این متغیرها نمایانگر ابعاد کلیدی عملکرد زنجیره ارزش و میزان بلوغ دیجیتال شرکت‌ها هستند. متغیر خروجی شبکه عصبی نیز سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش بوده که از بخش چهارم پرسشنامه استخراج شده است. این ساختار امکان مدل‌سازی جامع اثر متغیرهای ورودی بر پیامد نهایی هوشمندسازی را فراهم ساخته است.

جدول ۲- ساختار مجموعه داده‌های پژوهش (منبع: یافته‌های پژوهش)

نوع متغیر	نام متغیر	منبع (پرسشنامه)
ورودی	تحقیق و توسعه (R&D)	بخش دوم
ورودی	نوآوری و فناوری	بخش دوم
ورودی	تولید و عملیات	بخش دوم
ورودی	بازاریابی و تجاری‌سازی	بخش دوم
ورودی	زیرساخت دیجیتال	بخش سوم
ورودی	تصمیم‌گیری داده‌محور	بخش سوم
ورودی	استفاده از هوش مصنوعی	بخش سوم
ورودی	دیجیتالی‌سازی فرآیندها	بخش سوم
خروجی	سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش	بخش چهارم

۳.۴. مرحله سوم: نرمال‌سازی داده‌ها

به منظور افزایش دقت و سرعت یادگیری شبکه عصبی، کلیه متغیرهای ورودی و خروجی با استفاده از روش Min-Max Scaling به بازه صفر تا یک نرمال‌سازی شدند. همان‌گونه که در جدول ۳ نشان داده شده است، این فرآیند باعث هم‌مقیاس‌سازی داده‌ها و جلوگیری از غلبه متغیرهایی با دامنه بزرگ‌تر بر فرآیند آموزش شبکه شده و نقش مهمی در بهبود همگرایی مدل ایفا کرده است.

جدول ۳- روش نرمال‌سازی داده‌های ورودی و خروجی (منبع: یافته‌های پژوهش)

متغیر	روش نرمال‌سازی	بازه مقادیر
متغیرهای ورودی	Min-Max Scaling	۰ تا ۱
متغیر خروجی	Min-Max Scaling	۰ تا ۱
هدف	هم‌مقیاس‌سازی داده‌ها	افزایش دقت آموزش

۴.۴. مرحله چهارم: تقسیم داده‌ها به مجموعه‌های آموزش، اعتبارسنجی و آزمون

در ادامه، داده‌های پژوهش به سه مجموعه مجزا تقسیم شدند. مطابق جدول ۴، ۷۰ درصد داده‌ها به آموزش شبکه عصبی اختصاص یافت تا الگوهای اصلی یاد گرفته شوند. ۱۵ درصد داده‌ها برای اعتبارسنجی به منظور تنظیم پارامترهای مدل و کنترل بیش‌برازش استفاده شد و ۱۵ درصد باقی‌مانده به عنوان مجموعه آزمون برای ارزیابی نهایی عملکرد مدل در نظر گرفته شد. این تقسیم‌بندی امکان ارزیابی دقیق و منصفانه عملکرد شبکه عصبی را فراهم کرده است.

جدول ۴- نحوه تقسیم داده‌ها برای آموزش و ارزیابی مدل (منبع: یافته‌های پژوهش)

مجموعه داده‌ها	درصد	هدف
آموزش (Train)	70%	یادگیری الگوهای شبکه
اعتبارسنجی (Validation)	15%	تنظیم پارامترها
آزمون (Test)	15%	ارزیابی نهایی عملکرد

۵.۴. مرحله پنجم: طراحی معماری شبکه عصبی مصنوعی

در این مرحله، معماری شبکه عصبی مصنوعی طراحی شد. همان‌گونه که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، شبکه شامل یک لایه ورودی با ۸ نرون متناظر با متغیرهای ورودی، دو لایه پنهان هر یک با ۱۶ نرون و تابع فعال‌سازی ReLU و یک لایه خروجی با یک نرون و تابع فعال‌سازی خطی است. این معماری امکان یادگیری روابط غیرخطی پیچیده میان شاخص‌های زنجیره ارزش و سطح هوشمندسازی را فراهم ساخته است.

جدول ۵- معماری شبکه عصبی مصنوعی (منبع: یافته‌های پژوهش)

لایه	تعداد نرون	تابع فعال‌سازی
ورودی	۸	—
پنهان اول	۱۶	ReLU
پنهان دوم	۱۶	ReLU
خروجی	۱	Linear

۶.۴. مرحله ششم: آموزش شبکه عصبی مصنوعی

فرآیند آموزش شبکه عصبی بر اساس تنظیمات ارائه‌شده در جدول ۶ انجام شد. الگوریتم بهینه‌سازی Adam برای به‌روزرسانی وزن‌ها انتخاب شد و تابع خطای میانگین مربعات خطا (MSE) به عنوان معیار یادگیری در نظر گرفته شد. شبکه عصبی طی ۵۰۰ دوره آموزشی آموزش داده شد و از مکانیزم توقف زودهنگام بر اساس تغییرات خطای مجموعه اعتبارسنجی استفاده گردید تا از بیش‌برازش جلوگیری شود.

جدول ۶- تنظیمات آموزش شبکه عصبی (منبع: یافته‌های پژوهش)

پارامتر	مقدار
الگوریتم بهینه‌سازی	Adam
تابع خطا	Mean Squared Error
تعداد دوره‌ها (Epoch)	500
اندازه دسته (Batch Size)	8

۷.۴. مرحله هفتم: ارزیابی عملکرد مدل

پس از آموزش شبکه عصبی، عملکرد مدل با استفاده از شاخص‌های MSE، RMSE و ضریب تعیین (R^2) ارزیابی شد. این شاخص‌ها امکان سنجش دقت پیش‌بینی و قابلیت تعمیم‌پذیری مدل را فراهم کردند. نتایج حاصل نشان داد که شبکه عصبی توانسته است رابطه میان متغیرهای ورودی و سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش را با دقت مناسبی مدل‌سازی کند. جدول ۷ شاخص‌های ارزیابی عملکرد مدل پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

جدول ۷- شاخص‌های ارزیابی عملکرد مدل (منبع: یافته‌های پژوهش)

شاخص	توضیح
MSE	میانگین مربعات خطا
RMSE	ریشه میانگین مربعات خطا
R^2	ضریب تعیین
هدف	سنجش دقت پیش‌بینی مدل

۸.۴. مرحله هشتم: تحلیل حساسیت متغیرهای ورودی

به منظور تفسیرپذیری نتایج مدل، تحلیل حساسیت بر روی متغیرهای ورودی انجام شد. همان‌گونه که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، افزایش میزان خطا پس از جابه‌جایی برخی متغیرها نشان‌دهنده اهمیت بالای آن‌ها در پیش‌بینی سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش است. نتایج نشان داد که زیرساخت دیجیتال و تصمیم‌گیری داده‌محور بیشترین تأثیر را بر خروجی مدل داشته‌اند.

جدول ۸- نتایج تحلیل حساسیت متغیرهای ورودی (منبع: یافته‌های پژوهش)

متغیر ورودی	تغییر خطا	میزان تأثیر
زیرساخت دیجیتال	بالا	بسیار زیاد
تصمیم‌گیری داده‌محور	بالا	زیاد
استفاده از هوش مصنوعی	متوسط	زیاد
نوآوری و فناوری	متوسط	متوسط
تولید و عملیات	کم	کم

افزایش خطا پس از جابه‌جایی متغیر نشان‌دهنده اهمیت آن است.

۹.۴. مرحله نهم: اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر هوشمندسازی زنجیره ارزش

بر اساس نتایج تحلیل حساسیت و عملکرد شبکه عصبی، شاخص‌های ورودی از نظر میزان تأثیر بر هوشمندسازی زنجیره ارزش اولویت‌بندی شدند. همان‌گونه که در جدول ۹ ارائه شده است، زیرساخت دیجیتال، تصمیم‌گیری داده‌محور و استفاده از هوش مصنوعی در بالاترین رتبه‌های تأثیرگذاری قرار گرفتند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری هدفمند در حوزه دیجیتالی‌سازی می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در ارتقای سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش شرکت‌های مستقر در شهرک صنعتی کاسپین داشته باشد.

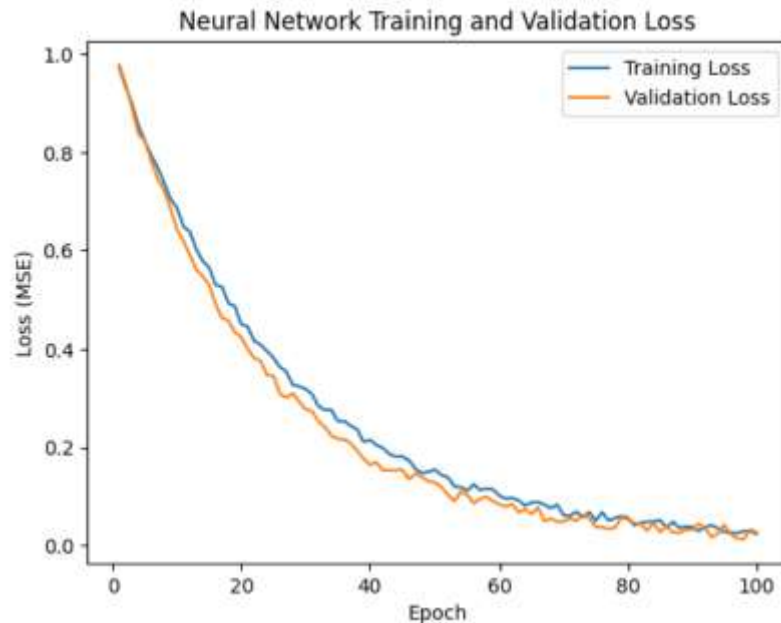
جدول ۹- اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر هوشمندسازی زنجیره ارزش (منبع: یافته‌های پژوهش)

رتبه	متغیر	اهمیت نسبی
۱	زیرساخت دیجیتال	بسیار بالا
۲	تصمیم‌گیری داده‌محور	بالا
۳	استفاده از هوش مصنوعی	بالا
۴	نوآوری و فناوری	متوسط
۵	بازاریابی و تجاری‌سازی	متوسط
۶	تولید و عملیات	کم
۷	تحقیق و توسعه	کم

نتایج تحلیل شبکه عصبی مصنوعی نشان داد که شاخص‌های دیجیتالی‌سازی، به‌ویژه زیرساخت‌های دیجیتال و تصمیم‌گیری داده‌محور، بیشترین تأثیر را بر سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش دارند. تحلیل حساسیت بیانگر آن است که تغییر در این متغیرها موجب افزایش قابل توجه خطای پیش‌بینی مدل می‌شود که اهمیت راهبردی آن‌ها را تأیید می‌کند.

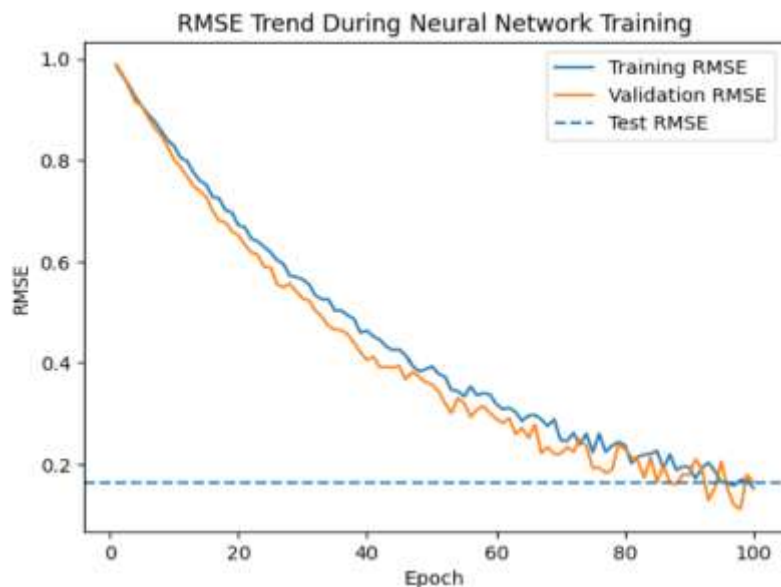
۱.۴. اعتبارسنجی مدل شبکه عصبی طراحی شده در هوشمندسازی زنجیره ارزش

همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، مقدار تابع خطا (MSE) برای داده‌های آموزش و اعتبارسنجی با افزایش تعداد دوره‌های آموزشی روندی کاهشی دارد. همگرایی مناسب منحنی‌های آموزش و اعتبارسنجی نشان‌دهنده یادگیری مؤثر شبکه عصبی و عدم بروز بیش‌برازش است. همچنین تثبیت مقدار خطا در دوره‌های پایانی بیانگر رسیدن مدل به حالت پایدار می‌باشد.



شکل ۱- روند تغییرات تابع خطا (Loss) در فرآیند آموزش شبکه عصبی (منبع: یافته‌های پژوهش)

بر اساس شکل (۲)، مقدار RMSE برای داده‌های آموزش و اعتبارسنجی با افزایش تعداد تکرارهای آموزش کاهش یافته است که بیانگر بهبود دقت پیش‌بینی مدل می‌باشد. همچنین مقدار RMSE داده‌های آزمون که به صورت خط چین نمایش داده شده است، در محدوده قابل قبولی قرار دارد و نشان می‌دهد که مدل از قابلیت تعمیم مناسبی برای داده‌های دیده‌نشده برخوردار است.



شکل ۲- روند تغییرات RMSE در داده‌های آموزش، اعتبارسنجی و آزمون (منبع: یافته‌های پژوهش)

نتایج حاصل از نمودارهای Loss و RMSE نشان می‌دهد که شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده توانسته است الگوهای غیرخطی موجود در داده‌های مربوط به زنجیره ارزش و دیجیتال سازی را به خوبی فراگیرد. همگرایی مناسب منحنی‌ها و

فاصله کم میان خطاهای آموزش، اعتبارسنجی و آزمون حاکی از پایداری مدل و مناسب بودن ساختار شبکه برای تحلیل سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش در شرکت‌های دانش‌بنیان است. جدول ۱۰، نداشت نمودارها به داده‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱۰ - نداشت نمودارها به داده‌ها (منبع: یافته‌های پژوهش)

نوع داده	نمودار	هدف
داده‌های آموزش	RMSE و Loss	بررسی یادگیری مدل
داده‌های اعتبارسنجی	RMSE و Loss	جلوگیری از بیش‌برازش
داده‌های آزمون	RMSE	سنجش تعمیم‌پذیری
کل داده‌ها	تحلیل نهایی	ارزیابی عملکرد کلی

۵. بحث و نتیجه‌گیری

هوشمندسازی زنجیره ارزش با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، به‌ویژه شبکه‌های عصبی مصنوعی، امکان شناسایی الگوهای پنهان و روابط غیرخطی میان متغیرهای کلیدی را فراهم می‌کند. انجام این پژوهش می‌تواند به غنای ادبیات نظری در حوزه مدیریت هوشمند، زنجیره ارزش و کاربرد هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌های سازمانی کمک شایانی نماید.

تحلیل داده‌ها با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی نشان داد که مدل قادر است سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش را با دقت بالا پیش‌بینی کند. نتایج ارزیابی عملکرد مدل با شاخص‌های MSE، RMSE و ضریب تعیین (R^2) نشان داد که شبکه عصبی توانسته روابط غیرخطی و پیچیده میان شاخص‌های ورودی و خروجی را به خوبی مدل‌سازی کند. علاوه بر این، تحلیل حساسیت متغیرهای ورودی مشخص نمود که زیرساخت دیجیتال و تصمیم‌گیری داده‌محور بیشترین تأثیر را بر سطح هوشمندسازی دارند. بنابراین، استفاده از شبکه عصبی مصنوعی امکان پیش‌بینی دقیق سطح هوشمندسازی، شناسایی عوامل مؤثر و اولویت‌بندی اقدامات مدیریتی را فراهم می‌کند. این روش علاوه بر دقت پیش‌بینی، قابلیت تعمیم‌پذیری بالایی دارد و می‌تواند به عنوان ابزاری عملی برای برنامه‌ریزی و بهبود هوشمندسازی زنجیره ارزش در شرکت‌های صنعتی مورد استفاده قرار گیرد.

جهت بهبود هوشمندسازی زنجیره ارزش در شرکت‌های مستقر در شهرک صنعتی کاسپین پیشنهادهایی به قرار ذیل ارائه شده است:

۱- شناسایی زیرساخت دیجیتال به عنوان مهم‌ترین شاخص مؤثر با توجه به اینکه تحلیل حساسیت شبکه عصبی نشان داد زیرساخت دیجیتال بیشترین تأثیر را بر سطح هوشمندسازی دارد، پیشنهاد می‌شود شرکت‌ها زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، شبکه، ذخیره‌سازی داده و سیستم‌های نرم‌افزاری خود را به‌روز و یکپارچه کنند.

۲- اهمیت تصمیم‌گیری داده‌محور و اثرگذاری بالا در پیش‌بینی با توجه به نقش کلیدی تصمیم‌گیری داده‌محور در خروجی مدل شبکه عصبی، شرکت‌ها باید تصمیمات عملیاتی و استراتژیک خود را مبتنی بر تحلیل داده‌ها و نه صرفاً تجربه فردی اتخاذ کنند.

۳- توانایی شبکه عصبی در مدل‌سازی روابط غیرخطی آنجا که شبکه عصبی توانست روابط پیچیده میان شاخص‌ها را با دقت بالا پیش‌بینی کند، پیشنهاد می‌شود شرکت‌ها از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای تحلیل عملکرد تولید، لجستیک و تأمین استفاده نمایند.

- ۴- اهمیت مدیریت اطلاعات و داده‌ها به منظور افزایش دقت پیش‌بینی و اثربخشی هوشمندسازی، لازم است داده‌های تولید، موجودی، فروش و تأمین در یک سامانه یکپارچه و قابل تحلیل تجمیع شوند.
- ۵- قابلیت پیش‌بینی دقیق سطح هوشمندسازی با توجه به توان مدل در پیش‌بینی سطح هوشمندسازی، استفاده از داشبوردهای هوشمند برای نمایش لحظه‌ای شاخص‌های کلیدی می‌تواند تصمیم‌گیری سریع و دقیق مدیران را تسهیل کند.
- ۶- اهمیت اتوماسیون فرآیندهایافته‌ها نشان دادند که اتوماسیون فرآیندها نقش مهمی در افزایش سطح هوشمندسازی دارد؛ بنابراین توصیه می‌شود فرآیندهای تکرارشونده و زمان‌بر به صورت دیجیتال و خودکار اجرا شوند.
- ۷- نقش هماهنگی بین واحدها از آنجا که هماهنگی بین واحدهای مختلف بر خروجی مدل اثرگذار بوده است، پیشنهاد می‌شود سیستم‌های اطلاعاتی بین واحدهای تولید، فروش، انبار و تأمین به صورت یکپارچه عمل کنند.
- ۸- تحلیل حساسیت متغیرها شرکت‌ها می‌تواند با تمرکز بر شاخص‌هایی که بیشترین حساسیت را دارند (مانند زیرساخت دیجیتال و داده‌محوری)، منابع محدود خود را به صورت بهینه تخصیص دهند.
- قابلیت تعمیم‌پذیری مدل و استفاده عملی برای بهره‌برداری مؤثر از سیستم‌های هوشمند، آموزش کارکنان در زمینه تحلیل داده، کار با سیستم‌های هوشمند و فناوری‌های دیجیتال ضروری است.
- ۹- دقت بالا و قابلیت تعمیم مدل پیشنهاد می‌شود مدل شبکه عصبی طراحی شده در این پژوهش به عنوان یک ابزار تحلیلی دائمی برای پایش و بهبود مستمر سطح هوشمندسازی زنجیره ارزش مورد استفاده قرار گیرد.
- در نتیجه شرکت‌های شهرک صنعتی کاسپین با توجه به ۹ مورد پیشنهادی حاصل از نتایج پژوهش حاضر مناسب است که به موارد ذیل نیز توجه نمایند.
- ✓ تقویت زیرساخت دیجیتال شرکت‌ها: سرمایه‌گذاری در تجهیزات فناورانه، سیستم‌های ذخیره‌سازی داده و شبکه‌های ارتباطی به منظور افزایش ظرفیت جمع‌آوری و پردازش داده‌ها ضروری است.
- ✓ استقرار سیستم‌های تصمیم‌گیری داده‌محور: استفاده از الگوریتم‌های پیش‌بینی و تحلیل داده‌ها برای بهبود تصمیم‌گیری‌های عملیاتی و استراتژیک در زنجیره ارزش توصیه می‌شود.
- ✓ پیاده‌سازی هوش مصنوعی در فرآیندهای کلیدی: استفاده از شبکه‌های عصبی، یادگیری ماشین و الگوریتم‌های هوشمند در بخش‌های تولید، لجستیک و تأمین می‌تواند کارایی و دقت عملکرد زنجیره ارزش را افزایش دهد.
- ✓ آموزش و توانمندسازی کارکنان: برگزاری دوره‌های آموزشی برای آشنایی با فناوری‌های دیجیتال و الگوریتم‌های هوشمند، به منظور افزایش پذیرش و بهره‌وری سیستم‌های هوشمند توصیه می‌شود.
- ✓ ایجاد داشبوردهای هوشمند مدیریتی: طراحی و راه‌اندازی داشبوردهای مدیریتی که وضعیت شاخص‌ها و مؤلفه‌های زنجیره ارزش را به صورت لحظه‌ای نمایش دهند، می‌تواند تصمیم‌گیری سریع و مؤثر را تسهیل کند.
- ✓ بهبود مدیریت داده‌ها و کیفیت اطلاعات: استانداردسازی و پاک‌سازی داده‌ها، ایجاد پایگاه‌های اطلاعاتی یکپارچه و دسترسی‌پذیری داده‌ها برای واحدهای مختلف سازمان، پایه هوشمندسازی را تقویت می‌کند.
- ✓ تحلیل مستمر شاخص‌ها با استفاده از الگوریتم‌های حساسیت: بررسی تأثیر هر شاخص بر سطح هوشمندسازی و اولویت‌بندی اقدامات به منظور تخصیص منابع و تمرکز بر مؤلفه‌های اثرگذار توصیه می‌شود.
- ✓ افزایش هماهنگی بین واحدهای سازمانی: ایجاد سازوکارهای یکپارچه و فرآیندهای هماهنگ بین بخش‌های تولید، لجستیک، فروش و تأمین‌کنندگان، سطح هوشمندسازی را ارتقا می‌دهد.
- ✓ بهبود فرآیندهای پیش‌بینی و برنامه‌ریزی: استفاده از مدل‌های هوشمند برای پیش‌بینی تقاضا، موجودی و نیازهای بازار، امکان کاهش هزینه‌ها و افزایش انعطاف‌پذیری زنجیره ارزش را فراهم می‌کند.

- ✓ توسعه استراتژی‌های مبتنی بر فناوری و نوآوری: تدوین راهبردهای سازمانی با تمرکز بر نوآوری‌های دیجیتال، هوش مصنوعی و اتوماسیون فرآیندها، به شرکت‌ها کمک می‌کند تا در محیط رقابتی و تغییرپذیر بازار به بهره‌وری و مزیت رقابتی دست یابند.
- جهت پژوهش محققین آتی تحقیقات زیر پیشنهاد می‌گردد:
- محققان آینده می‌توانند نمونه‌های بیشتری از شرکت‌ها در شهرک‌های صنعتی مختلف و صنایع متنوع را مورد بررسی قرار دهند تا نتایج قابلیت تعمیم بیشتری پیدا کند.
 - پژوهشگران آینده می‌توانند به جای محدودیت داده‌های پرسشنامه‌ای، از داده‌های واقعی عملکرد شرکت‌ها و داده‌های زمان‌بندی شده طولانی مدت بهره ببرند تا تحلیل‌ها دقیق‌تر و پویا باشند.
 - برای افزایش عمق پژوهش، محققان آینده می‌توانند شاخص‌ها و مؤلفه‌های جدید دیجیتالی‌سازی و فناوری‌های نوظهور را نیز در مدل‌های هوشمندسازی زنجیره ارزش مد نظر قرار دهند.
 - استفاده از انواع معماری‌های شبکه عصبی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین دیگر را بررسی کنند تا بهینه‌ترین مدل برای پیش‌بینی سطح هوشمندسازی و تحلیل حساسیت شاخص‌ها شناسایی شود.
 - توجه به بررسی اثرات عوامل بیرونی مانند تغییرات اقتصادی، محیط رقابتی و شرایط بازار را در مدل‌های هوشمندسازی زنجیره ارزش لحاظ کنند تا پیش‌بینی‌ها و توصیه‌ها واقع‌بینانه‌تر و کاربردی‌تر شوند.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله تعارض منافع ندارند.

سپاسگزاری

از مدیران و کارکنان شرکت‌های شهرک صنعتی کاسپین، که در فرآیند انجام این پژوهش همکاری مطلوبی داشتند تشکر می‌کنیم.

منابع

- آبادی، فاطمه، جمالی، غلامرضا و قربان‌پور، احمد. (۱۴۰۳). ارزیابی و تحلیل مدیریت هوشمند زنجیره تامین تحت فناوری اینترنت اشیاء با رویکرد نقشه شناختی فازی. *مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند*، ۴۷ (۱۳)، ۵۰-۷۷.
<https://doi.org/10.22054/ims.2023.73994.2337>
- اسدزاده منجیلی، سحر، حاج‌علی‌اکبری، فیروزه و محمدی، نبی‌اله. (۱۴۰۲). طراحی مدل راهبردی برای مدیریت هوشمند زنجیره تامین محصولات اساسی کشاورزی، با هدف بهبود فرایند برنامه‌ریزی از مزرعه تا بازار. *پژوهش‌های برنامه و توسعه*، ۱۳ (۴)، ۱۳۷-۱۷۸.
<https://www.journaldfrc.ir/>
- اسلام‌پناه، آرش، جعفرنژاد، احمد، حیدری‌دهویی، جلیل و تقی‌زاده‌یزدی، محمدرضا. (۱۴۰۲). طراحی شبکه زنجیره تامین معکوس پسماندهای صنعتی با به کارگیری سیستم بین خودرویی هوشمند (مورد مطالعه: خودروسازی ایران). *مدیریت صنعتی (دانشگاه تهران)*، ۵۰ (۱۵)، ۴۴۷-۴۷۷.
<https://doi.org/10.22059/imj.2023.363361.1008069>
- راه‌چمنی، سیدمحمد، حیدریه، سیدعبدالله و زرگر، سیدمحمد. (۱۴۰۱). طراحی مدلی برای زنجیره تامین هوشمند خدمات با روش داده‌بنیاد (مورد مطالعه: صندوق کارآفرینی امید). *چشم انداز مدیریت صنعتی*، ۴۶ (۱۲)، ۸۹-۱۱۱.
<https://doi.org/10.52547/jimp.12.2.89>
- فخرزاد، محمدباقر، کشاورز، مرضیه و جعفری‌ندوشن، عباسعلی. (۱۴۰۰). ارائه یک مدل ریاضی در زنجیره تامین هوشمند بر مبنای ICPT در محیط MTS. *پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری*، ۲۲ (۶)، ۹۷-۱۲۳.

کریمی تکللو، سلیم، شریفی اصفهانی، حمید و بخشی خورده بلاغ، احسان. (۱۴۰۳). واکاوی محرک‌های زنجیره تامین دایره‌ای پایدار هوشمند با استفاده از روش‌های ترکیبی دیمتل و مدلسازی ساختاری تفسیری متخاصم. *مطالعات مدیریت صنعتی*، ۷۳(۲۲)، ۲۴۶-۲۸۵.

<https://doi.org/10.22054/jims.2024.77945.2899>

محمدی، طاهره، سجادی، سیدمجتبی، نجفی، سیداسماعیل و تقی زاده یزدی، محمدرضا. (۱۴۰۱). بهینه‌سازی زنجیره تامین هوشمند تحت سیاست مدیریت موجودی توسط فروشنده با رویکرد انتخاب فناوری مرتبط با اینترنت اشیا. *مدیریت صنعتی (دانشگاه تهران)*، ۴۶(۱۴)، ۴۵۸-۴۸۳.

<https://doi.org/10.22059/imj.2022.343552.1007948>

مهری‌نمک‌آورانی، امید، کاظمی، حسین، رضایی، فرزین و احتشام‌راثی، رضا. (۱۴۰۲). شناسایی و رتبه‌بندی عوامل توانمندساز در زنجیره تامین هوشمند. *مدیریت توسعه و تحول*، ۵۳ (۱۵)، ۱۷۳-۱۸۰.

<https://doi.org/10.22094/jdem.2023.705875>

هورشاد، علی، صفری، حسین و قاسمی، روح‌اله. (۱۴۰۲). توسعه مدل مدیریت زنجیره تامین هوشمند در صنعت کالاهای تندمصرف.

<https://doi.org/10.48308/jimp.13.4.108> چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۵۲ (۱۳)، ۱۰۹-۱۴۸.

References

- Adrianus, M., Kepas, A., Siregar, H., Fahmi, I., & Hakim, D.B. (2024). Value Chain and ESG Performance as Determinants of Sustainable Lending in Commercial Bank: A Systematic Literature Review. *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, 6(1), 41-55. <https://doi.org/10.34306/att.v6i1.381>
- Apel, C., Kümmerer, K., Sudheshwar, A., Nowack, B., Som, C., Colin, C., & Soeteman-Hernández, L.G. (2024). Safe-and-sustainable-by-design: State of the art approaches and lessons learned from value chain perspectives. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 45, 100876. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2023.100876>
- Anshari, M., Syafrudin, M., & Fitriyani, N.L. (2022). *Fourth Industrial Revolution between Knowledge Management and Digital Humanities*. Information, 13, 292. <https://doi.org/10.3390/info13060292>
- Alhawamdeh, M., & Lee, A. (2024). A systematic review and meta-synthesis of the barriers of offsite construction projects. *International Journal of Construction Management*, 5(2), 1-13. <https://doi.org/10.1080/15623599.2024.2397287>
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: a sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229, 107776. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Barbosa, A. M. C., & Saisse, M. C. P. (2019). Hybrid project management for sociotechnical digital transformation context. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 316-332. <http://dx.doi.org/10.14488/BJOPM.2019.v16.n2.a12>
- Barbosa, G. F., Shiki, S. B., & da Silva, I. B. (2020). R&D roadmap for process robotization driven to the digital transformation of the industry 4.0. *Concurrent Engineering, Research and Applications*, 28(4), 290-304. <http://dx.doi.org/10.1177/1063293X20958927>
- Birasnav, M., & Bienstock, J. (2019). Supply chain integration, advanced manufacturing technology, and strategic leadership: an empirical study. *Computers & Industrial Engineering*, 130, 142-157. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.021>
- Bruno, G., Faveto, A., & Traini, E. (2020). An open source framework for the storage and reuse of industrial knowledge through the integration of PLM and MES. *Management and Production Engineering Review*, 11(2), 62-73. <http://dx.doi.org/10.24425/aper.2020.133729>
- Buer, S. V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. (2018). The link between industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2924-2940. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>
- Buřita, L., Hrušková, D., Pivnička, M., & Rosman, P. (2018). The use of knowledge management systems and event-B modelling in a lean enterprise. *Journal of Competitiveness*, 10(1), 40-53. <http://dx.doi.org/10.7441/joc.2018.01.03>
- Bubakar, A. M., Elrehail, H., Alatailat, M. A., & Elçi, A. (2019). Knowledge management, decision-making style and organizational performance. *Journal of Innovation & Knowledge*, 4(2), 104-114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jik.2017.07.003>
- Castro, J. I. D., Muniz, J., Jr., Bernardes, E., & Tramarico, C. L. (2021). Logistics projects based on radio frequency identification: multi-criteria assessment of Brazilian aircraft industry. *Pesquisa Operacional*, 41, e244928. <http://dx.doi.org/10.1590/0101-7438.2021.041.00244928>
- Chaka, C. (2020). Skills, competencies and literacies attributed to 4IR/industry 4.0: scoping review. *IFLA Journal*, 46(4), 369-399. <http://dx.doi.org/10.1177/0340035219896376>

- Chehbi-Gamoura, S., Derrouiche, R., Damand, D., & Barth, M. (2020). Insights from big data analytics in supply chain management: an all-inclusive literature review using the SCOR model. *Production Planning and Control*, 31(5), 355-382. <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2019.1639839>.
- Chong, L., Ramakrishna, S., & Singh, S. (2018). A review of digital manufacturing-based hybrid additive manufacturing processes. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 95(5-8), 2281-2300. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-017-1345-3>.
- Cottrino, A., Sebastián, M. A., & González-Gaya, C. (2021). Industry 4.0 HUB: a collaborative knowledge transfer platform for small and medium-sized enterprises. *Applied Sciences*, 11(12), 5548. <http://dx.doi.org/10.3390/app11125548>.
- Crupi, A., Del Sarto, N., Di Minin, A., Gregori, G. L., Lepore, D., Marinelli, L., & Spigarelli, F. (2020). The digital transformation of SMEs - a new knowledge broker called the digital innovation hub. *Journal of Knowledge Management*, 24(6), 1263-1288. <http://dx.doi.org/10.1108/JKM-11-2019-0623>.
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>.
- Del Río Castro, G., González Fernández, M. C., & Uruburu Colsa, A. (2021). Unleashing the convergence amid digitalization and sustainability towards pursuing the sustainable development goals (SDGs): a holistic review. *Journal of Cleaner Production*, 280, 122204. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122204>.
- Dornhöfer, M., Sack, S., Zenkert, J., & Fathi, M. (2020). Simulation of smart factory processes applying multi-agent-systems: a knowledge management perspective. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 4(3), 89. <http://dx.doi.org/10.3390/jmmp4030089>.
- Dražković, Z., Čelić, Đ., Petrov, V., & Uzelac, Z. (2020). Comparison of organizational cultures from a transitional economy and a knowledge economy: empirical study from Serbia and Southern California. *Strategic Management*, 25(4), 17-23. <http://dx.doi.org/10.5937/StraMan2004017D>.
- Eslami, M. H., Achtenhagen, L., Bertsch, C. T., & Lehmann, A. (2023). Knowledge-sharing across supply chain actors in adopting Industry 4.0 technologies: An exploratory case study within the automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 186, 122118.
- Fries, C., Fechter, M., Nick, G., Szaller, Á., & Bauernhansl, T. (2021). First results of a survey on manufacturing of the future. *Procedia Computer Science*, 180, 142-149. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.137>.
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910-936. <http://dx.doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>.
- Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Foroughi, B., Tseng, M.L., Nikbin, D., & Khanfar, A.A.A. (2025). Industry 4.0 digital transformation and opportunities for supply chain resilience: a comprehensive review and a strategic roadmap. *Production Planning & Control*, 36(1), 61-91. <https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2252376>.
- Hakola, L., Abedi, F., Nordman, S., Smolander, M., & Paltakari, J. (2025). Smart Tags as Enablers for Digital Product Passports in Circular Electronics Value Chains. *Circular Economy and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s43615-025-00500-y>.
- Holm, M. (2018). The future shop-floor operators, demands, requirements and interpretations. *Journal of Manufacturing Systems*, 47, 35-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.03.004>.
- Hsieh, P. J., Lin, C., & Chang, S. (2020). The evolution of knowledge navigator model: the construction and application of KNM 2.0. *Expert Systems with Applications*, 148, 113209. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113209>.
- Ilvonen, I., Thalmann, S., Manhart, M., & Sillaber, C. (2018). Reconciling digital transformation and knowledge protection: a research agenda. *Knowledge Management Research and Practice*, 16(2), 235-244.
- Liu, Z., Chen, S., Tang, T., Luo, H., & Guan, Q. (2024). How public education investment and advanced human capital structure affect regional innovation: A spatial econometric analysis from the perspective of innovation value chain. *Socio-Economic Planning Sciences*, 91, 101800. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101800>.
- Nicholls, H., Nicholls, M., Tekin, S., Lamb, D., & Billings, J. (2022). The impact of working in academia on researchers' mental health and well-being: A systematic review and qualitative meta-synthesis. (G. F. Serraino, Ed.), *PLOS ONE*, 17(5), e0268890. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268890>.
- Su, J., Pedersen, J.W., Ringgaard, I.M., & Larsen, M.A.D. (2025). Incorporating compound flood events in the weather service value chain. *Npj Natural Hazards*, 2(1). <https://doi.org/10.1038/s44304-025-00077-4>.
- Tseng, M.L., Bui, T.D., Lewi, S., Rizaldy, H., Lim, M.K., & Wu, K.J. (2025). Causality sustainable supply chain management practices in the Indonesian coffee industry using qualitative information: digitalization integration leads performance improvement. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 28(2), 210-240.

- Thao, N.V., Bańka, M.S., & Tien, N.H. (2024). Completing Dried Coconut Value Chain of Vietnam Towards Sustainable Development Goals. *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, 5(1), e03321. <https://doi.org/10.47172/2965-730X.SDGsReview.v5.n01.pe03321>
- Utomo, B.S., Widoningrum, L.N., Raharjo, S.T., & Sukresna, I. Made. (2025). Marketing Relations Performance Behavior in Value Chain Based Credit Initiative. *Research Horizon*, 5(1), 107–116.
- Xu, S., Qian, J., Chen, Y., & Zhang, H. (2024). Impact of RCEP implementation on agricultural sector in regional countries: a global value chain perspective. *Journal of Integrative Agriculture*.3(2),104-120. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2024.11.035>

پیوست مقاله

پرسشنامه: طراحی الگوریتم هوشمندسازی زنجیره ارزش در شرکت‌های مستقر در شهرک صنعتی کاسپین استان قزوین
پاسخ‌دهنده گرامی،

با سلام و احترام

این پرسشنامه با هدف **تحلیل و هوشمندسازی زنجیره ارزش در شرکت‌های مستقر در شهرک صنعتی کاسپین** تهیه شده است. اطلاعات شما صرفاً برای اهداف علمی استفاده خواهد شد. لطفاً میزان موافقت خود را با هر گزاره بر اساس طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت مشخص نمایید.

۱= کاملاً مخالفم | ۲= مخالفم | ۳= نظری ندارم | ۴= موافقم | ۵= کاملاً موافقم

بخش اول: اطلاعات فردی و مدیریتی پاسخ‌دهندگان

الف- مدرک تحصیلی شما:

☐ کارشناسی ارشد

☐ دکتری

☐ پس‌ادکتری

ب- رشته تحصیلی:

☐ مدیریت

☐ مهندسی

☐ فناوری IT /

☐ سایر (ذکر شود).....:

ج- سابقه فعالیت مدیریتی شما در شرکت‌های شهرک صنعتی کاسپین:

☐ ۱۰ تا ۱۵ سال

☐ ۱۶ تا ۲۰ سال

☐ بیش از ۲۰ سال

د- سمت سازمانی فعلی:

☐ مدیرعامل

☐ عضو هیئت‌مدیره

☐ مدیر ارشد / میانی

☐ مؤسس یا بنیان‌گذار شرکت

☐ هیئت علمی دانشگاه یا مراکز پژوهشی

ه- میزان آشنایی شما با مفاهیم فناوری های نوین و هوش مصنوعی:

- ☐ کم
☐ متوسط
☐ زیاد
☐ بسیار زیاد

بخش دوم: شاخص های زنجیره ارزش شرکت

ردیف	بُعد	گویه	کاملاً مخالفم	مخالفم	نظری ندارم	موافقم	کاملاً موافقم
۱	تحقیق و توسعه	شرکت ما از فرآیندهای ساخت یافته برای مدیریت تحقیق و توسعه استفاده می کند					
۲		تصمیمات تحقیق و توسعه بر اساس تحلیل داده و اطلاعات علمی اتخاذ می شوند					
۳		همکاری مؤثری میان بخش تحقیق و توسعه و سایر واحدهای سازمان وجود دارد					
۴	نوآوری و فناوری	شرکت ما به طور مستمر محصولات یا خدمات نوآورانه ارائه می دهد					
۵		فناوری های جدید نقش کلیدی در مزیت رقابتی شرکت دارند					
۶		فرآیندهای نوآوری در شرکت به صورت هدفمند مدیریت می شوند					
۷	تولید و عملیات	فرآیندهای تولید شرکت تا حد زیادی استاندارد و بهینه شده اند					
۸		از داده ها برای بهبود کیفیت و کاهش هزینه های تولید استفاده می شود					
۹		انعطاف پذیری عملیاتی شرکت در پاسخ به تغییرات بازار بالا است					
۱۰	بازاریابی و تجاری سازی	تصمیمات بازاریابی بر اساس تحلیل داده های بازار اتخاذ می شوند					
۱۱		شرکت توانایی مناسبی در تجاری سازی فناوری های توسعه یافته دارد					
۱۲		بازخورد مشتریان به صورت نظام مند در بهبود محصولات لحاظ می شود					

بخش سوم: شاخص‌های دیجیتالی سازی و هوشمندسازی

ردیف	گویه	کاملاً مخالفم	مخالقم	نظری ندارم	موافقم	کاملاً موافقم
۱	زیرساخت‌های دیجیتال نقش مهمی در فرآیندهای داخلی شرکت دارند					
۲	از سیستم‌های نرم‌افزاری یکپارچه برای مدیریت زنجیره ارزش استفاده می‌شود					
۳	تصمیم‌گیری‌های مدیریتی مبتنی بر داده و تحلیل هوشمند انجام می‌شوند					
۴	شرکت از فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی، کلان‌داده یا اتوماسیون استفاده می‌کند					
۵	سطح دیجیتالی سازی فرآیندها موجب افزایش سرعت و دقت عملیات شده است					

بخش چهارم: عملکرد و اثربخشی هوشمندسازی زنجیره ارزش

ردیف	گویه	کاملاً مخالفم	مخالقم	نظری ندارم	موافقم	کاملاً موافقم
۱	هوشمندسازی فرآیندها موجب افزایش بهره‌وری شرکت شده است					
۲	عملکرد مالی شرکت در سال‌های اخیر بهبود یافته است					
۳	هوشمندسازی زنجیره ارزش موجب افزایش رضایت مشتریان شده است					
۴	شرکت توانسته است جایگاه رقابتی خود را در بازار تقویت کند					
۵	استفاده از فناوری‌های هوشمند ریسک تصمیم‌گیری‌های مدیریتی را کاهش داده است					
۶	در مجموع، سطح هوشمندی زنجیره ارزش شرکت ما مطلوب ارزیابی می‌شود					