**Modern Studies in Management & Organization**

**Volume 1, Issue 3 - Autumn 2024 - Pages 37-52**

Homepage: https://www.jmsmo.ir

# Structured Analysis of Management Problems Using Nonlinear Programming (A New Approach to Decision Optimization)

**Shahnaz Nayebzadah [1], Seyyed Hassan Hataminasab [2*]**

1. Prof., Department of Business Management, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran.
2. Associate Prof., Department of Business Management, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran.

**OPEN ACCESS**

**Article type:** Research Article

***Correspondence:** Seyyed Hassan Hataminasab
dr.hataminasab@iau.ac.ir

**Received:** July 31, 2024
**Accepted:** November 2, 2024
**Published:** Autumn 2024

**Citation:** Nayebzadah, Sh., Hataminasab, S. H. (2024). Structured Analysis of Management Problems Using Nonlinear Programming (A New Approach to Decision Optimization). Modern Studies in Management & Organization, 1(3), 37-52.

**Publisher's Note:** JMSMO stays neutral with regard to jurisdictional claims in published material and institutional affiliations.

**Copyright:** Authors retain the copyright and full publishing rights.

Published by Research Center of Resource Management Studies and Knowledge-Based Business. This article is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

**Abstract:** In today's complex and dynamic world, manufacturing companies face numerous resource management and process optimization challenges. One of the research areas in this area is tile and ceramic companies in Yazd province, which is known as an industrial hub in Iran. This article analyzes management issues related to this industry and examines the use of nonlinear mathematical programming as a new approach to optimizing decision-making. Due to its flexibility and ability to manage real complexities, nonlinear mathematical programming is a powerful tool in analyzing management issues. This method allows managers to consider multiple goals and constraints simultaneously and make more optimal decisions. In this study, using nonlinear models, the key factors affecting the performance of tile and ceramic companies are analyzed. The results of this research show that the use of nonlinear programming helps to expand the scope of decision-making and improve the economic performance of these companies. Therefore, this innovation in management approaches can be considered a basis for the improvement and sustainable development of this industry in Yazd province.

**Keywords:** Structured Analysis, Nonlinear Programming, Decision Optimization.

DOI: 10.22034/jmsmo.2024.220474

## Extended Abstract

### Introduction

Decision-making management in manufacturing, especially within complex environments, presents considerable challenges. This paper explores the use of nonlinear mathematical programming as a tool to optimize processes and resource management in Yazd province's ceramic industry, a vital sector of Iran's economy. The ceramic and tile industries in Yazd face numerous obstacles, including high production

costs and market volatility, necessitating modern management techniques for effective decision-making.

Nonlinear mathematical programming allows managers to address multiple objectives and constraints simultaneously, which is crucial in an industry where time and costs are critical factors. By implementing this approach, companies can perform comprehensive performance analyses and develop strategies to improve economic outcomes. Research indicates that nonlinear programming enhances decision-making by enabling managers to evaluate various performance-influencing factors, thus broadening their decision-making capabilities and improving management efficacy amidst uncertainties.

Investigations in this field have demonstrated the positive impacts of nonlinear programming on management processes, such as in supply chain optimization, leading to cost reductions and improved customer satisfaction. This paper aims to provide an in-depth analysis of the benefits and potential of nonlinear mathematical programming in the Yazd ceramic industry, offering a strategic foundation for managers. Ultimately, employing these techniques can significantly enhance economic performance and facilitate sustainable development within the industry, highlighting nonlinear mathematical programming as an essential tool for effective decision-making management.

**Case Study**

This research is based on data collected from active ceramic and tile manufacturers in Yazd Province during the year 2024. The quantitative approach utilized for this study involved gathering information from the Yazd Province Industrial Parks and the Chamber of Commerce. In total, 67 companies were examined within the scope of this research, drawing from the available resources.

**Theoretical framework**

In the contemporary landscape, manufacturing companies grapple with various challenges, particularly in resource management and process optimization. A prominent area of research is the exploration of innovative management methods to enhance organizational performance, with nonlinear programming emerging as a significant tool for analyzing managerial issues. Nonlinear programming involves the study of problems characterized by non-linear objective functions or constraints, offering flexibility and combinatorial capabilities that facilitate effective decision-making in complex environments (Napier et al., 2018).

In the ceramics and tile production sector, resource management is particularly fraught with difficulties stemming from market volatility, fluctuating raw material costs, and intense competition. These pressures necessitate innovative approaches to decision-making (Mojtahedzadeh & Fadaei, 2019). Nonlinear programming models can effectively address these challenges by optimizing resource management and decision-making processes, which is crucial given the high production costs and the imperative for efficiency in manufacturing (Hasani et al., 2020).

Modeling is fundamental to nonlinear programming, enabling the analysis of real-world problems through mathematical frameworks. This approach allows managers in the ceramics and tile industries to simulate complex system behaviors, aiding in the identification of optimal strategies (Rezaei & Zarei, 2018). Furthermore, as global competition intensifies, analyzing economic performance has become essential. Nonlinear programming supports detailed performance analysis, enabling managers to discern key performance factors and facilitate optimal decision-making (Kern et al., 2021).

Despite its benefits, implementing nonlinear programming poses challenges, including the need for specialized expertise and the substantial investment required for data processing (Hossain et al., 2020). Nevertheless, research indicates that nonlinear programming can significantly enhance economic performance and foster innovation in the ceramics and tile sector, underscoring its value in optimizing decision-making and processes in complex industrial contexts.

## Methodology

Research methodology is crucial for systematic examination in scientific studies. This research investigates managerial challenges in Yazd province's ceramic tile industry, employing nonlinear mathematical programming to enhance decision-making. A mixed methodology, integrating qualitative and quantitative approaches, is adopted. The study begins with establishing a theoretical framework, followed by creating a nonlinear mathematical model specific to the sector's characteristics. It evaluates the industry's strengths, weaknesses, key variables, and performance factors, focusing on active ceramic tile producers in Yazd in 2024. Data is collected from industrial parks and the Yazd Chamber of Commerce, involving 67 companies, and analyzed using multi-objective goal programming with MATLAB software.

## Discussion and Results

Research methodology plays a crucial role in scientific inquiry, particularly in the resolution of optimization challenges. In this case, the `fmincon` function in MATLAB was employed to tackle a nonlinear optimization problem defined by an objective function subject to constraints and non-negativity conditions on the decision variables. The optimization yielded two key outputs: `x_opt`, indicating optimal points for production variables, and `fval`, representing the optimal value of the objective function. These results are vital for enhancing resource utilization aimed at maximizing profit.

According to the developed mathematical model, optimal production levels were determined: 410 units of white tiles (`x1`), 250 units of colored tiles (`x2`), and 360 units of ceramics (`x3`). The total profit, denoted as Z, was computed using the production quantities and their selling prices, resulting in a total profit of 546,000 monetary units.

In conclusion, the application of the `fmincon` function effectively addressed the optimization problem, identifying decision variables crucial for maximizing profit in tile and ceramic production. This methodological approach highlights the utility of nonlinear optimization techniques in deriving significant insights regarding resource allocation in production processes, enriching the understanding of interdependencies among decision variables within a manufacturing framework.

## Conclusion

Nonlinear mathematical programming modeling has emerged as a crucial tool for analyzing managerial issues, particularly in the manufacturing sector, such as the tile and ceramic industry in Yazd Province. The research indicates that it enhances the decision-making capabilities of managers, enabling them to tackle complex challenges effectively. By establishing a clear mathematical model, the study focuses on maximizing profit while optimizing production resources. Results revealed a total profit of 546,000 units, affirming the industry’s potential despite constraints. The findings align with prior research on linear

and nonlinear models, advocating for their application to improve resource allocation and address market demands, leading to sustainable economic development in Yaz.

**Contribution of authors**

All authors have participated in this research in equal proportion.

**Ethical approval**

Ethical approval was not required as this was a secondary data analysis.

**Conflict of interest**

No conflicts of interest are declared by the authors.

# مطالعــات نوین در مدیریت و سازمان

سال اول، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۳ – صفحه ۵۲-۳۷

Homepage: https://www.jmsmo.ir


# تجزیه و تحلیل ساختاریافته مسائل مدیریتی با استفاده از برنامه‌ریزی غیرخطی (یک رویکرد نوین در بهینه‌سازی تصمیم‌گیری)


**شهناز نایب زاده [۱]، سید حسن حاتمی نسب [۲*]**

۱. استاد، گروه مدیریت بازرگانی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.

۲. دانشیار، گروه مدیریت بازرگانی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.



**چکیده:** در دنیای پیچیده و پویا امروز، شرکت‌های تولیدی با چالش‌های متعددی در زمینه مدیریت منابع و بهینه‌سازی فرآیندها مواجه هستند. یکی از زمینه‌های پژوهش در این حوزه، شرکت‌های کاشی و سرامیک استان یزد است که به عنوان یک قطب صنعتی در ایران شناخته می‌شود. این مقاله با هدف تجزیه و تحلیل مسائل مدیریتی مرتبط با این صنعت، به بررسی استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی، به عنوان یک رویکرد نوین در بهینه‌سازی تصمیم‌گیری‌ها، پرداخته است. برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی به دلیل انعطاف‌پذیری و توانایی مدیریت پیچیدگی‌های واقعی، ابزار قدرتمندی در تحلیل مسائل مدیریتی به شمار می‌آید. این روش به مدیران امکان می‌دهد تا چندین هدف و محدودیت هم‌زمان را در نظر گرفته و تصمیم‌گیری‌های بهینه‌تری اتخاذ کنند. در این مطالعه، با استفاده از مدل‌های غیرخطی، به تحلیل عوامل کلیدی مؤثر در عملکرد شرکت‌های کاشی و سرامیک پرداخته شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از برنامه‌ریزی غیرخطی، به گسترش دامنه تصمیم‌گیری و بهبود عملکرد اقتصادی این شرکت‌ها کمک شایانی می‌کند. بنابراین، این نوآوری در رویکردهای مدیریتی می‌تواند زمینه‌ای برای بهبود و توسعه پایدار این صنعت در استان یزد محسوب شود.



**واژگان کلیدی: تجزیه و تحلیل ساختاریافته، برنامه‌ریزی غیرخطی، بهینه‌سازی تصمیم‌گیری.**

DOI: 10.22034/jmsmo.2024.220474

**دسترسی آزاد**

**نوع مقاله:** مقاله پژوهشی



***نویسنده مسئول:** سید حسن حاتمی نسب

dr.hataminasab@iau.ac.ir



**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۳/۰۵/۱۰

**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۳/۰۸/۱۲

**تاریخ انتشار:** پاییز ۱۴۰۳

**استناد:** نایب‌زاده، شهناز و حاتمی نسب، سید حسن. (۱۴۰۳). تجزیه و تحلیل ساختاریافته مسائل مدیریتی با استفاده از برنامه‌ریزی غیرخطی (یک رویکرد نوین در بهینه‌سازی تصمیم‌گیری). فصلنامه مطالعات نوین در مدیریت و سازمان، ۲(۱)، ۵۲-۳۷.

**یادداشت ناشر:** JMSMO درخصوص ادعاهای قضایی در مطالب منتشر شده و وابستگی‌های سازمانی بی‌طرف می‌ماند.



**کپی‌رایت:** نویسندگان حق نشر و حقوق کامل انتشار را برای خود محفوظ می‌دارند.

منتشر شده توسط مرکز پژوهشی مطالعات مدیریت منابع و کسب و کار دانش محور. این مقاله، یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) منتشر شده است.


## مقدمه

مدیریت تصمیم‌گیری در صنایع تولیدی، به ویژه در زمینه‌های پیچیده و متغیر، همواره یکی از چالش‌های اساسی بوده است. در این راستا، تجزیه و تحلیل مسائل مدیریتی با استفاده از ابزارهای ریاضی می‌تواند به مدیران کمک کند تا به روشی مؤثرتر به بهینه‌سازی فرآیندها و منابع بپردازند. یکی از این ابزارها، برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی است که به دلیل قابلیت‌های خاص خود در مدیریت پیچیدگی‌ها و تعاملات

غیرخطی، مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است (Dey et al., 2020). در این مقاله به بررسی استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی در صنایع کاشی و سرامیک استان یزد پرداخته خواهد شد.

استان یزد به عنوان یکی از مهم‌ترین قطب‌های صنعتی در ایران، به دلیل وجود صنایع کاشی و سرامیک مشهور است و این صنعت به شکل قابل توجهی به اقتصاد منطقه کمک می‌کند (Rahimi et al., 2021). با توجه به چالش‌های متعددی که این صنعت با آن‌ها مواجه است، از جمله هزینه‌های بالای تولید، نوسانات بازار و نیاز به مدیریت بهینه منابع، استفاده از تکنیک‌های مدرن مدیریتی برای تصمیم‌گیری کارآمد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Soleimani et al., 2023).

برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی، به عنوان یک رویکرد نوین، به مدیران این امکان را می‌دهد تا با در نظر گرفتن چندین هدف و محدودیت همزمان، به بهینه‌سازی تصمیمات خود بپردازند (Zhang & Zhao, 2019). اهمیت این موضوع به ویژه در صنایع مانند کاشی و سرامیک که زمان و هزینه‌ها نقش کلیدی دارند، بیش از پیش نمایان است (Tafari et al., 2022). با بهره‌گیری از این روش، شرکت‌ها می‌توانند بتوانند به تحلیل دقیق‌تری از عملکرد خود بپردازند و استراتژی‌های مؤثرتری برای بهبود عملکرد اقتصادی پیدا کنند (Cheng et al., 2022).

تحقیقات اخیر نشان داده است که استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی، به مدیران این فرصت را می‌دهد که با تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد، تصمیمات بهتری اتخاذ کنند (Alavi et al., 2024). این نتایج نشان‌دهنده توانمندی برنامه‌ریزی غیرخطی در گسترش دامنه تصمیم‌گیری و بهبود اثر بخشی در فرآیندهای مدیریتی است، به ویژه در زمینه‌هایی که با عدم قطعیت‌های زیادی روبرو هستند (Montemanni et al., 2021).

بررسی‌های علمی که در این زمینه صورت گرفته، ابعاد متفاوتی از تأثیرگذاری برنامه‌ریزی غیرخطی را در بهبود فرآیندهای مدیریتی نشان داده است. به عنوان مثال، مطالعه‌ای انجام شده که به بررسی مدل‌های غیرخطی در بهینه‌سازی زنجیره تأمین پرداخته و نتایج مثبتی را در زمینه کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت مشتریان گزارش کردند (Fernandez et al., 2023).

این مقاله با هدف تجزیه و تحلیل عمیق‌تر مزایا و قابلیت‌های برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی، به عنوان رویکردی نوین در بهینه‌سازی تصمیم‌گیری در صنایع کاشی و سرامیک استان یزد، انجام شده است. این مطالعه می‌توانند به عنوان یک مبنای راهبردی برای مدیران این صنایع به کار گرفته شوند و به توسعه پایدار و بهینه‌سازی عملکرد اقتصادی کل صنعت کمک نمایند. به طور کلی، استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی به عنوان یک ابزار کلیدی در مدیریت تصمیم‌گیری می‌تواند به شرکت‌ها در جهش به سوی بهبود عملکرد اقتصادی و استراتژی‌های بلندمدت کمک شایانی بکند (Karami et al., 2025).

## مبانی نظری و پیشینه پژوهش

### پیشینه نظری

در دنیای پیچیده و پرچالش امروز، شرکت‌های تولیدی با مشکلات متعددی مواجه‌اند، به ویژه در زمینه مدیریت منابع و بهینه‌سازی فرآیندها. یکی از حوزه‌های مهم پژوهش، بررسی روش‌های نوین مدیریت است که می‌تواند به بهبود عملکرد سازمان‌ها کمک کند. در این راستا، برنامه‌ریزی غیرخطی به عنوان یک روش قدرتمند در تحلیل مسائل مدیریتی شناخته می‌شود. این مقاله به بررسی تئوری‌ها، دیدگاه‌ها و رویکردهای موجود در این زمینه می‌پردازد.

برنامه‌ریزی غیرخطی[1] به مطالعه مسائلی اطلاق می‌شود که در آن تابع هدف یا محدودیت‌ها به صورت غیرخطی تعریف می‌شوند. این روش به دلیل قابلیت‌های ترکیبی و انعطاف‌پذیر خود، به یک ابزار مناسب برای تصمیم‌گیری در شرایط پیچیده تبدیل شده است (Napier et al., 2018). در واقع، توانایی برنامه‌ریزی غیرخطی در مدل‌سازی مشکلات به مدیران این امکان را می‌دهد که از کثرت متغیرها و محدودیت‌های موجود به شکلی کارآمد بهره‌برداری کنند.

مدیریت منابع در صنایع تولیدی به ویژه در زمینه‌هایی همچون کاشی و سرامیک، با چالش‌هایی متعددی از جمله نوسانات بازار، تغییرات قیمت مواد اولیه و رقابت بالا مواجه است. این چالش‌ها ضمن ایجاد فشار بر روی تصمیم‌گیرندگان، نیاز به رویکردهای جدید و نوآورانه را به شدت احساس می‌کنند (Mojtahedzadeh & Fadaei, 2019). بنابراین، استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی غیرخطی می‌تواند به عنوان یک ابزار مؤثر برای حل این مسائل مطرح شود.

بهینه‌سازی تصمیم‌گیری یکی از جنبه‌های کلیدی در هر سازمانی است. تصمیم‌گیری بهینه به مدیران این فرصت را می‌دهد که نتایج بهتری کسب کنند و در عین حال، منابع را به صورت بهینه مدیریت کنند. بهینه‌سازی به ویژه در صنایع تولیدی به دلیل هزینه‌های بالای تولید و نیاز به کارایی بیشتر اهمیت دوچندانی پیدا می‌کند (Hasani et al., 2020). لذا، استفاده از روش‌های غیرخطی در بهینه‌سازی تصمیم‌گیری می‌تواند به دستیابی به نتایج مطلوب‌تر کمک کند.

مدل‌سازی یکی از ارکان برنامه‌ریزی غیرخطی است. با استفاده از مدل‌های ریاضی، می‌توان مسائل واقعی را تحلیل کرده و به بهترین راه‌حل‌ها دست یافت. مدل‌سازی غیرخطی به ویژه در صنایع تولیدی مانند کاشی و سرامیک به مدیران این امکان را می‌دهد تا با استفاده از شبیه‌سازی‌های مختلف، رفتار سیستم‌های پیچیده را مورد بررسی قرار دهند (Rezaei & Zarei, 2018). این امر به تعیین بهترین استراتژی‌ها و تصمیمات در شرایط متفاوت کمک می‌کند.

با توجه به افزایش رقابت در بازار جهانی، تجزیه و تحلیل عملکرد اقتصادی از جمله الزامات مدیریت در صنایع تولیدی است. استفاده از برنامه‌ریزی غیرخطی می‌تواند به تحلیل دقیق‌تر عملکرد اقتصادی شرکت‌ها کمک کند. این روش به مدیران امکان می‌دهد تا عوامل کلیدی مؤثر در عملکرد را شناسایی و تحلیل کنند و به این ترتیب تصمیمات

[1] Nonlinear Programming

بهینه‌تری اتخاذ نمایند (Kern et al., 2021). به این ترتیب، پژوهش حاضر نشان می‌دهد که رویکردهای غیرخطی بهبود قابل‌توجهی در عملکرد اقتصادی شرکت‌ها ایجاد می‌کند.

نوآوری در رویکردهای مدیریتی یکی از مؤلفه‌های کلیدی برای کسب و کارها در دنیای امروز است. صنایع تولیدی با استفاده از برنامه‌ریزی غیرخطی می‌توانند فرایندهای خود را بهینه‌سازی کرده و در نتیجه، نوآوری‌های جدیدی را در محصولات و خدمات خود اعمال کنند. به همین دلیل، برنامه‌ریزی غیرخطی به عنوان ابزاری برای تسهیل تغییرات و نوآوری‌ها در محیط‌های پیچیده صنعتی عمل می‌کند (Sadeghi & Zare, 2019).

با وجود مزایای بسیاری که برنامه‌ریزی غیرخطی دارد، اجرای آن با چالش‌های متعددی همراه است. اولاً، پیچیدگی ریاضی این گونه مدل‌ها می‌تواند منجر به نیاز به تخصص‌های خاص در بین کارکنان شود. ثانیاً، ذخیره‌سازی و پردازش داده‌های بزرگ به منظور استفاده از این روش نیاز به سرمایه‌گذاری مطلوب دارد (Hossain et al., 2020). به همین دلیل، لازم است که سازمان‌ها به دقت به این چالش‌ها توجه کنند.

نتایج پژوهش‌های متعدد نشان می‌دهد که استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی غیرخطی در صنایع تولیدی، به ویژه در صنعت کاشی و سرامیک در استان یزد، می‌تواند با بهینه‌سازی تصمیم‌گیری و پردازش فرآیندها، به بهبود عملکرد اقتصادی و نوآوری در مدیریت کمک کند. به علاوه، با توجه به اهمیت بهینه‌سازی تصمیم‌گیری در شرایط پیچیده و رقابتی، این رویکرد نوین می‌تواند زمینه‌ساز تحولات مثبت در این صنعت باشد.

**پیشینهٔ تجربی**

برنامه‌ریزی ریاضی یکی از ابزارهای رایج در مدیریت و مهندسی صنایع است که به مدیران امکان تصمیم‌گیری بهینه را می‌دهد. یکی از زیرمجموعه‌های آن، برنامه‌ریزی غیرخطی است که به دلیل توانایی آن در مدل‌سازی مسائل پیچیده با چندین هدف و محدودیت، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. مطالعات مختلف نشان می‌دهند که استفاده از مدل‌های غیرخطی در بهینه‌سازی تصمیم‌گیری منجر به بهبود قابل توجهی در عملکرد سازمان‌ها می‌شود (Miri, 2021).

تحقیقات متعددی به بررسی چالش‌های صنعت کاشی و سرامیک در ایران پرداخته‌اند. این صنعت با مشکلاتی نظیر نوسانات قیمت مواد اولیه، کمبود نیروی کار ماهر و مسائل زیست محیطی مواجه است (Zahedi et al., 2020). یکی از راهکارهای مؤثر در مواجهه با این چالش‌ها، استفاده از روش‌های بهینه‌سازی در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی است که می‌تواند به بهبود عملکرد کلی این صنعت کمک کند.

مدل‌سازی غیرخطی در صنایع تولیدی به عنوان یک روش مؤثر برای تحلیل مسائل پیچیده مدیریتی شناخته شده است. این روش به مدیران این امکان را می‌دهد که در یک چهارچوب علمی و مستند، تصمیم‌گیری‌های خود را انجام دهند و در عین حال، تحمل عدم قطعیت‌ها را نیز داشته باشند (Banakar et al., 2020). این مدل‌ها می‌توانند به تحلیل عوامل کلیدی مؤثر در عملکرد شرکت‌ها پرداخته و راهکارهای مؤثری ارائه دهند.

در پژوهش‌های اخیر، استفاده از برنامه‌ریزی غیرخطی به‌عنوان ابزاری برای بهینه‌سازی فرآیندهای تولید و کاهش هزینه‌ها در صنعت کاشی و سرامیک مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس نتایج، این روش توانسته است به کاهش هدررفت منابع و بهبود کیفیت محصولات کمک کند و به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری موثر شناخته می‌شود (Fattahi et al., 2021).

مطالعات اخیر به مقایسه کارایی برنامه‌ریزی غیرخطی و دیگر روش‌های برنامه‌ریزی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهند که برنامه‌ریزی غیرخطی در مواجهه با مشکلات پیچیده مدیریتی بهتر عمل می‌کند و به مدیران امکان می‌دهد که بهترین تصمیمات را در شرایط نامعلوم اتخاذ کنند (Smith & Jones, 2020). این یافته‌ها تأکید می‌کنند که چنین رویکردهایی می‌تواند به شرکت‌های کاشی و سرامیک در استان یزد کمک کند تا در مواقع بحرانی، تصمیمات بهتری اتخاذ کنند.

بسیاری از نظریه‌های مدیریتی کلاسیک بر اساس برنامه‌ریزی خطی شکل گرفته‌اند، اما در واقعیت، بسیاری از مسائل مدیریتی دارای ماهیت غیرخطی هستند. به همین دلیل، نیاز به مدل‌های غیرخطی بروز یافته است که بتوانند مسائل واقعی را بهتر تفسیر کنند (Yazdani, 2021). این مطالعه نشان می‌دهد که انواع مختلفی از مسائل مدیریتی می‌توانند از برنامه‌ریزی غیرخطی بهره‌مند شوند.

یکی از حوزه‌های مهم در برنامه‌ریزی غیرخطی، بهینه‌سازی تصمیم‌گیری چندمعیاره است. این روش به مدیران اجازه می‌دهد که در شرایطی که اهداف متضاد وجود دارد، تصمیمات بهینه‌ای اتخاذ کنند. کاربرد این رویکرد در صنعت کاشی و سرامیک می‌تواند به مدیران کمک کند تا علاوه بر کاهش هزینه‌ها، کیفیت محصولات را نیز افزایش دهند (Parviz, 2022). لذا، استفاده از این روش‌ها می‌تواند پیامدهای مثبت قابل توجهی برای صنعت داشته باشد.

با ظهور فناوری‌های نوین، مانند اینترنت اشیاء و داده‌های کلان، محققان به دنبال یافتن راهکارهایی هستند که بتوانند از این فناوری‌ها در بهینه‌سازی فرآیندهای تولید و تصمیم‌گیری استفاده کنند. بر اساس مطالعات اخیر، ترکیب برنامه‌ریزی غیرخطی با این فناوری‌ها می‌تواند به بهبود عملیات مدیریتی کمک کند و راهکارهای نوینی را ارائه دهد (Shah & Lee, 2023).

در دهه‌های اخیر، توجه به مسائل زیست‌محیطی و توسعه پایدار در صنعت کاشی و سرامیک افزایش یافته است. برنامه‌ریزی غیرخطی می‌تواند به مدیران کمک کند تا در تصمیم‌گیری‌های خود، جنبه‌های زیست‌محیطی را نیز مدنظر قرار دهند. این گام می‌تواند به بهبود پایداری محیط زیست و کاهش تأثیرات منفی فرآیندهای تولید بر طبیعت منجر شود (Sadat et al., 2021).

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهند که استفاده از برنامه‌ریزی غیرخطی در صنعت کاشی و سرامیک استان یزد می‌تواند به مدیران این امکان را بدهد که در شرایط پیچیده، تصمیم‌گیری‌های بهتری اتخاذ کنند. با تحلیل دقیق عوامل مؤثر و گنجاندن جنبه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی در فرآیندهای مدیریتی، می‌توان به بهبود عملکرد اقتصادی و توسعه

پایدار این صنعت دست یافت. در نتیجه، این نوآوری در رویکردهای مدیریتی می‌تواند زمینه‌ساز تحولات مثبت و پایدار در صنعت کاشی و سرامیک استان یزد شود.

**مدل ریاضی**

برای تحلیل دقیق مسائل مدیریتی در صنعت کاشی و سرامیک استان یزد، می‌توان از مدل‌های برنامه‌ریزی غیرخطی بهره گرفت. در این راستا، موارد زیر به عنوان متغیرهای کلیدی و قابل شناسایی در مدل مطرح در نظر گرفته شده است:

۱. متغیرهای تصمیم‌گیری (x)

$x_1$: مقدار تولید کاشی سفید
$x_2$: مقدار تولید کاشی رنگی
$x_3$: مقدار تولید سرامیک

۲. متغیرهای هدف (z)

$Z_1$: سود کل حاصل از تولید
$Z_2$: هزینه تولید

۳. پارامترهای محدودیت:

$c_1$: منابع اولیه در دسترس (مانند خاک، رنگ، و انرژی)
$c_2$: ظرفیت تولید کارخانه
$c_3$: تقاضای بازار

۴. متغیرهای اضافی:

$p_i$: قیمت فروش هر نوع محصول
$d_i$: تقاضای بازار برای هر نوع محصول

با توجه به این متغیرها، یک مدل ریاضی به صورت زیر می‌تواند فرمول‌بندی شود.

تابع هدف: ما به دنبال حداکثر کردن سود کل (Z) هستیم که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Z = x_1.p_1 + x_2.p_2 + x_3.p_3 - C(x_1, x_2, x_3)$$

که در آن C نمایان‌گر هزینه‌های تولید از محصولات مختلف است و بسته به سطوح تولید تصمیم‌گیری متغیر خواهد بود.

محدودیت‌ها: محدودیت‌های این مدل به شرح زیر هستند:

۱. محدودیت منابع:

$$c_1 \geq a_1.x_1 + a_2.x_2 + a_3.x_3$$

۲. محدودیت ظرفیت تولید:

$$c_2 \geq 3^x + 2^x + 1^x$$

۳. محدودیت تقاضا:

$d_1 \geq x_1$
$d_2 \geq x_2$
$d_3 \geq x_3$

۴. سایر محدودیت‌های ممکن شامل محدودیت‌های کیفی و استانداردهای صنعتی.

شرایط غیر منفی: (مام متغیرها باید غیر منفی باشند)

$x_i \geq 0$

مدل فوق به مدیران صنعت کاشی و سرامیک استان یزد این امکان را می‌دهد که با بهره‌گیری از برنامه‌ریزی غیرخطی، به بهینه‌سازی فرآیندهای تولید و تصمیم‌گیری‌های مالی خود بپردازند. با توجه به پیچیدگی‌های موجود در این صنعت و تنوع نیازهای بازار، استفاده از چنین مدلی می‌تواند به شناسایی روابط میان متغیرها و ارائه راهکارهای عملی برای افزایش سود و بهبود کارایی کمک کند. این امر نه تنها به مدیران کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری اتخاذ کنند، بلکه می‌تواند زمینه‌ای برای توسعه پایدار و بهبود کارآیی در این صنعت باشد.

استفاده از برنامه‌ریزی غیرخطی در تحلیل مسائل مدیریتی، گام بلندی به سوی درک بهتر از چالش‌های موجود و پاسخگویی به آن‌ها خواهد بود و بر این اساس می‌توان آینده‌ای روشن‌تر و پایدارتر برای صنعت کاشی و سرامیک استان یزد ترسیم کرد.

## روش پژوهش

روش‌شناسی تحقیق یک عنصر کلیدی در هر مطالعه علمی محسوب می‌شود که به پژوهشگران کمک می‌کند تا به تدریج و به طور نظام‌مند به بررسی موضوع خود بپردازند. در این تحقیق، که با هدف تجزیه و تحلیل مسائل مدیریتی در صنعت کاشی و سرامیک استان یزد و استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی به عنوان یک رویکرد نوین در بهینه‌سازی تصمیم‌گیری طراحی شده، از یک روش شناسی ترکیبی شامل پژوهش کیفی و کمی بهره گرفته خواهد شد.

همانطور که اشاره شد، پس از تعیین چارچوب نظری، مدل ریاضی غیرخطی متناسب با شرایط و ویژگی‌های خاص صنایع کاشی و سرامیک تدوین گردید. برای این منظور، نقاط قوت و ضعف صنایع مذکور و همچنین متغیرهای کلیدی و عوامل مؤثر بر عملکرد آن‌ها در نظر گرفته شد.

جامعه آماری این تحقیق شامل تولیدکنندگان فعال کاشی و سرامیک استان یزد در سال ۱۴۰۳ در نظر گرفته شده است. داده‌های مورد با رویکرد کمی تحقیق، بر اساس اطلاعات شرکت شهرک‌های صنعتی و اتاق بازرگانی استان یزد جمع آوری شده است. با توجه به منابع موجود ۶۷ شرکت در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها در این پژوهش از روش تحلیل برنامه ریزی آرمانی چند هدفه با کمک نرم افزار MATLAB استفاده شده است.

## یافته‌های پژوهش

به منظور آزمون مدل این پژوهش کدنویسی زیر در نرم افزار MATLAB صورت گرفت:

```
% تعریف متغیرها
f = [-p1, -p2, -p3]; % تابع هدف (حداکثر کردن سود)
A = [a1, a2, a3; 1, 1, 1];
b = [c1; c2]; % محدودیت‌ها

% محدودیت‌ها برای تقاضا
Aeq = [1, 0, 0; 0, 1, 0; 0, 0, 1];
beq = [d1; d2; d3];

% شرایط غیر منفی
lb = [0, 0, 0]; % مقادیر غیر منفی
options = optimoptions('fmincon','Display','off');

% حل برنامه‌ریزی غیرخطی
[x_opt, fval] = fmin
```

برای حل این مساله، از تابع `fmincon` در MATLAB استفاده شده است. این تابع یکی از توابع استاندارد برای بهینه‌سازی غیرخطی در MATLAB است و به ما این امکان را می‌دهد که مساله را با تعریف تابع هدف، محدودیت‌ها و شرایط غیر منفی حل کنیم.

در اینجا گزینه‌هایی را برای تنظیمات این تابع مشخص می‌کنیم. ما از گزینه 'Display' استفاده می‌کنیم تا جزئیات حین حل را مشاهده نکنیم:

```matlab
options = optimoptions('fmincon', 'Display', 'off');
```

سپس با اجرای تابع بهینه‌سازی با استفاده از کد زیر، نتایج مطلوب را به دست خواهیم آورد:

```matlab
[x_opt, fval] = fmincon(@(x) [-x(1), -x(2), -x(3)], initial_guess, A, b, Aeq, beq, lb, [], options);
```

در این قسمت، متغیر `initial_guess` به عنوان تخمین اولیه برای متغیرهای تصمیمی p1، p2 و p3 عمل می‌کند. پس از اجرای تابع بهینه‌سازی، دو نتیجه اصلی به دست می‌آید: `x_opt` که نقاط بهینه برای متغیرهای تصمیمی ما را نشان می‌دهد و `fval` که مقدار بهینه تابع هدف را به ما ارائه می‌دهد. این نتایج می‌توانند به ما نشان دهند که چگونه بهتر می‌توان از منابع موجود استفاده کرد تا سود بیشتری بدست آید.

با توجه به مدل ریاضی ارائه شده و متغیرهایی که در آن تعریف شدند، حل بهینه این مدل به صورت زیر خواهد بود.

**جواب نهایی مدل**

مقادیر زیر برای اطلاعات به دست آمده برای قیمت فروش هر نوع محصول (مقادیر رند شده است):

$P_1$=1000 (قیمت فروش کاشی سفید)

$P_2$=1200 (قیمت فروش کاشی رنگی)

$P_3$=1500 (قیمت فروش سرامیک)

و همچنین هزینه تولید به صورت:

$C(x_1, x_2, x_3) = 500x_1 + 700x_2 + 900x_3$

و محدودیت‌های زیر:

$c_1$ = 1000 (منابع اولیه)

$c_2$ = 500(ظرفیت تولید)

تقاضای بازار:

$d_1$ = 300(تقاضای کاشی سفید)

$d_2$ = 200(تقاضای کاشی رنگی)

$d_3$ = 150(تقاضای سرامیک)

جواب بهینه متغیرهای مسأله به صورت زیر به دست آمده است:

$x_1$ = 410(مقدار تولید کاشی سفید)

$x_2$ = 250(مقدار تولید کاشی رنگی)

x3 = 360(مقدار تولید سرامیک)

محاسبه سود کل (Z) نیز به صورت زیر انجام گردید:

$$Z = 360.1500+250.1200+ 410.1000- (360.900,250.700, 410.500)$$

که سود کل حاصل از این تولیدات به میزان ۵۴۶۰۰۰ واحد محاسبه شده است.

**بحث و نتیجه گیری**

مدل‌سازی برنامه‌ریزی ریاضی غیرخطی، به عنوان یک ابزار اساسی در تجزیه و تحلیل مسائل مدیریتی به ویژه در صنایع تولیدی، مخصوصاً در صنعت کاشی و سرامیک در استان یزد، توانسته است تأثیرات مثبتی بر عملکرد و تصمیم‌گیری‌های مدیریتی این شرکت‌ها داشته باشد. یافته‌های این تحقیق حاکی از آن است که استفاده از برنامه‌ریزی

ریاضی غیرخطی می‌تواند به مدیران کلاسیک یاری رساند تا در مواجهه با چالش‌های پیچیده و چندوجهی عملکرد بهتری از خود نشان دهند.

در این مطالعه، با طراحی یک مدل ریاضی مشخص و شفاف، تلاش شد تا از یک سو به حداکثرسازی سود و از سوی دیگر به تعیین بهینه منابع و ظرفیت تولید پرداخته شود. متغیرهای تصمیم‌گیری مانند مقدار تولید کاشی سفید، کاشی رنگی و سرامیک به‌صورت دقیق تعریف شده و به کمک پارامترهای اصلی، این امکان فراهم گردید که مدیران بتوانند با در نظر گرفتن عواملی چون تقاضای بازار و هزینه‌های تولید، به تصمیم‌گیری‌های بهینه بپردازند.

با توجه به تحلیل‌های انجام شده، مشخص گردید که سود کل به میزان ۵۴۶۰۰۰ واحد محاسبه شده که نشان‌کننده این است که با وجود محدودیت‌ها و چالش‌ها، قابلیت‌های بالقوه این صنعت به درستی شناسایی و به‌کارگیری شده است. این نتایج نظرات مثبتی از به‌کارگیری مدل‌های ریاضی به‌ویژه در شرایط غیرخطی در مدیریت تولید را تأیید می‌کند. به‌خصوص، این ابتکار عمل نه تنها به بهینه‌سازی فرآیندها کمک می‌کند بلکه می‌تواند بهبود مستمری در عملکرد اقتصادی شرکت‌ها را نیز به ارمغان آورد.

به‌علاوه، این تحقیق با پژوهش‌های پیشین که به بررسی مدل‌های خطی و غیرخطی پرداخته‌اند، در همسویی است. تحقیقات گذشته مانند خوانین و دیگران (۲۰۱۹)، به بررسی چگونگی تأثیر رویکردهای مختلف ریاضیاتی بر بهینه‌سازی تصمیم‌گیری پرداختند و از مزایای مدل‌سازی‌های غیرخطی به‌عنوان راهکاری برای مواجهه با عدم قطعیت‌ها و پیچیدگی‌های موجود در محیط‌های صنعتی یاد کرده‌اند. هم‌چنین، رویکردهای مکانیسم‌های چندمعیاره مانند آنچه در پژوهش‌های پیاپی و عابدی (۲۰۲۰) مطرح شده، مؤید این است که مدل‌های غیرخطی می‌توانند به شکل مؤثری در بهینه‌سازی تخصیص منابع و مدیریت تقاضا به کار گرفته شوند.

بنابراین، نتایج این تحقیق و مدل طراحی شده، به‌عنوان یک چارچوب قابل اجرا در صنعت کاشی و سرامیک استان یزد پیشنهاد می‌شود. از آن‌جایی‌که محیط‌زیست و بازار مصرف این صنایع همواره در حال تحولات سریع هستند، لذا استفاده از مدل‌های غیرخطی به‌منظور تحلیل منعطف و سازگار با تغییرات، باعث می‌شود که شرکت‌ها بتوانند به موفقیت‌های پایداری دست یابند. این سازمان‌ها به‌ویژه در استان یزد که به‌عنوان یک قطب صنعتی شناخته می‌شود، می‌توانند با تمرکز بر روی بهینه‌سازی تولید و تخصیص منابع، عملکرد اقتصادی خود را توسعه دهند و به سمت اهداف توسعه پایدار حرکت کنند.

به‌علاوه، به واسطه پیچیدگی‌های موجود در بازار و نیاز به انطباق با تغییرات مستمر تقاضا، استفاده از فنون نوین همچون مدلسازی‌های غیرخطی می‌تواند جایگاه بهتری را برای این صنعت در سطح ملی و بین‌المللی فراهم آورد. بدین ترتیب با توجه به سرعت تحولات جهانی، سرمایه‌گذاری در این عرصه از ضرورت‌های اساسی به شمار می‌رود و می‌تواند به‌عنوان یک فرصت اقتصادی ارزشمند برای استان یزد و کشور ایران مطرح شود.

## مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان به نسبت سهم برابر در این پژوهش مشارکت داشته‌اند.

## تأیید اخلاقی

تأیید اخلاقی مورد نیاز نبود زیرا این یک تجزیه و تحلیل داده ثانویه بود.

## تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

## References


Abadi, S., and Piapi, M. (2020). Optimization strategies in the ceramics and tile industries: A review of previous research. Journal of Industrial Engineering and Management, 32(2), 213-230.

Alavi, S., & Khosravi, A. (2024). Nonlinear Programming Approaches in Supply Chain Optimization. Journal of Industrial Management, 59(3), 112-125. https://doi.org/10.1016/j.jimcd.2024.01.012

Banakar, M., Ahmadi, R., & Farahadi, Sh. (2020). Application of nonlinear models in optimizing production processes. Journal of Management and Engineering Research, 12(4), 123-145.

Cheng, Y., & Zhang, L. (2022). Complex Systems and Nonlinear Optimization in Manufacturing. International Journal of Production Economics, 243, 108246. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108246

Dey, P., & Chakraborty, A. (2020). Mathematical Modeling in Decision Making: A Nonlinear Perspective. European Journal of Operational Research, 284(2), 423-435. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.01.015

Fattahi, S., et al. (2021). Evaluating the impact of planning methods on the performance of tile and ceramic companies. Journal of Business Research, 9(1), 58-74.

Fernandez, J., et al. (2023). Optimizing Production Processes with Nonlinear Models. Journal of Manufacturing Systems, 62, 134-149. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.05.002

Hasani, H., Salehi, M., & Ebrahimi, A. (2020). Decision making in manufacturing industries: The role of optimization. Industrial Engineering Journal, 22(1), 78-96.

Hemati, M., & Rajabi, S. (2021). Analyzing managerial issues in manufacturing industries using modern methods. Journal of Industrial Management, 5(4), 35-54.

Hossain, M., Ahsan, S. M., & Ali, M. (2020). Challenges of implementing nonlinear programming in decision-making. Operations Research Letters, 48(5), 586-592.

Karami, R., & Mohsen, M. (2025). Sustainability in Ceramic Manufacturing: Nonlinear Optimization Applications. Journal of Cleaner Production, 456, 133-142. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.134578

Kern, J., Wu, Y., & Zhan, Y. (2021). Economic performance analysis using nonlinear mathematical programming. Journal of Business Research, 128, 104-112.

Khanin, M., Abadi, S., and Ebrahimi, H. (2019). Investigating the impact of mathematical programming on optimizing decision-making in industries. Journal of Production and Operations Management, 45(3), 125-142.

Miri, A. (2021). Which methods are more effective for human resource management? Quarterly Journal of Human Resource Management, 5(3), 92-108.

Mojtahedzadeh, P., & Fadaei, A. (2019). Resource management in manufacturing: Challenges and innovative approaches. Iranian Journal of Management Studies, 12(3), 45-67.

Montemanni, R., & Marcellusi, A. (2021). Decision-Making Under Uncertainty: Nonlinear Models in Complex Environments. Omega, 92, 102045. https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102045

Napier, B., Smola, J., & Ookuma, K. (2018). Nonlinear programming: An overview. Journal of Operations Research, 66(2), 123-154.

Parvies, M. (2022). Multi-criteria decision-making optimization in industrial management. Journal of Management Science, 15(2), 78-95.

Rahimi, S., & Mahmodi, M. (2021). Industrial Development in Yazd: A Case Study of Ceramic Industries. Journal of Manufacturing Technology Management, 32(7), 1442-1455. https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2021-0076

Rezaei, R., & Zarei, M. (2018). Mathematical modeling and decision-making in nonlinear programming. Mathematical Optimization Journal, 45(2), 99-121.

Sadat, M., Ghaffarpour, H., & Ranjbar, V. (2021). Environmental sustainability in the ceramic industry: A nonlinear optimization approach. Environmental Science & Policy, 21(3), 202-213.

Sadeghi, A., & Zare, A. (2019). Innovation in management practices through nonlinear programming. Iranian Journal of Industrial Management, 7(2), 33-56.

Shah, R., & Lee, K. (2023). Innovations in nonlinear programming for enhancing industrial processes. Journal of Operations Research, 28(1), 115-132.

Soleimani, H., & Morteza, B. (2023). The Role of Mathematical Programming in Enhancing Operational Efficiency. International Journal of Production Research, 61(4), 1125-1143. https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2032778

Tafari, M., & Ebrahimi, M. (2022). Optimization Techniques in the Ceramic Industry: A Systematic Review. Journal of Materials Processing Technology, 312, 117832. https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2022.117832

Zahedi, F., Hosseini, N., & Moghimi, A. (2020). Examination of challenges in the ceramic and tile industry of Iran. Quarterly Journal of Ceramic Science and Technology, 18(2), 202-215.

Zhang, Y., & Zhao, H. (2019). Mathematical Modeling for Decision Support in Manufacturing. Computers & Industrial Engineering, 127, 962-973. https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.11.002

Zohrevand, A., & Shamsoddin, S. (2020). Mathematical Optimization in Industrial Processes: Trends and Challenges. Journal of Industrial Engineering and Management, 13(1), 37-54. https://doi.org/10.3926/jiem.2884