



Research Article

Economic analysis of mining concession rights valuation using an expert-based multi-criteria approach: A case study of Kouh-e-Kamar copper mine

Nematollah Nazari¹, Majid Noorian-Bidgoli^{1*}

1-Department of Mining Engineering, Faculty of Engineering, University of Kashan, Kashan, Iran

Received: 23 Jun 2026 Accepted: 01 Aug 2026

Extended Abstract

Introduction

Mine valuation is one of the most important disciplines within mineral economics and resource management, serving as a fundamental basis for investment decisions, mine acquisition and transfer, financing, taxation, royalty determination, privatization, and dispute resolution (Hellewell, 1987; Guarnera and Martin, 1992). The valuation of mining assets is considerably more complex than the valuation of conventional industrial assets because mining projects are characterized by geological uncertainty, fluctuating commodity prices, technical risks, environmental obligations, regulatory constraints, and long project lifecycles (Savolainen, 2016; Ali and Rafique, 2024; You, 2025). Consequently, determining the true economic value of a mining property requires a comprehensive assessment of numerous interrelated factors (Kreuzer and Etheridge, 2010; Haque et al, 2014; Patton et al, 2025). Traditionally, three major valuation approaches have been employed in the mining industry: the market approach, the cost approach, and the income approach (Lilford and Minnitt, 2002). The market approach estimates value by comparison with similar transactions and market benchmarks. The cost approach evaluates assets based on replacement or reproduction costs, while the income approach, particularly discounted cash flow (DCF) analysis, determines value according to projected future cash flows (Palm et al, 1987; Hall and Nicholls, 2007; Dias, 2004). Although these methods are widely accepted and extensively applied, they often fail to adequately address the multidimensional nature of mining projects and the uncertainties associated with geological and operational conditions (Miranda and Brandão, 2013; Aminrostamkolaei et al, 2017; Chandra and Hartley, 2024). The mining sector has experienced significant changes in recent decades. Increased volatility in global commodity markets, growing environmental concerns, evolving regulatory frameworks, and heightened investor expectations have intensified the need for more comprehensive valuation methodologies. Decision-makers increasingly require approaches capable of integrating both quantitative and qualitative information to better reflect the actual conditions of mining projects. As a result, multi-criteria evaluation frameworks have gained considerable attention as practical tools for addressing the complexity inherent in mine valuation. In Iran, the valuation of mining usufruct rights is generally conducted through executive regulations, expert assessments, and coefficient-based procedures (Raeesi, 2015). Existing valuation frameworks primarily emphasize technical and operational aspects of mining activities and often rely on predetermined adjustment coefficients. While these methods provide practical guidance, they may not fully capture the effects of economic uncertainty, infrastructure conditions, environmental constraints, legal considerations, and professional judgment. Consequently, there remains a need for a more comprehensive framework capable of integrating all relevant dimensions affecting mining usufruct value (Jalali et al, 2023; You, 2025; Royalties, 2026). The present study aims to develop a multi-criteria framework for the valuation of mining usufruct rights by incorporating expert knowledge and a broad spectrum of technical, economic, environmental, legal, and managerial factors. The proposed model seeks to improve the transparency, consistency, and reliability of mine valuation practices. To evaluate its practical applicability, the framework is applied to the Kouh-Kamar Copper Mine as a representative case study.

Citation: Nazari, N. and Noorian-Bidgoli, M., 2026. Economic analysis of mining concession rights valuation using an expert-based multi-criteria approach *Res. Earth. Sci.* 17(2), (207-238) DOI: 10.48308/esrj.2026.107333

* Corresponding author E-mail address: noriyan@kashanu.ac.ir



Materials and Methods

This research is an applied study conducted using a descriptive-analytical approach. The methodology consisted of several sequential stages. Initially, an extensive review of scientific literature, valuation standards, mining regulations, expert reports, and previous studies related to mine appraisal was carried out. This review facilitated the identification of factors potentially influencing the valuation of mining usufruct rights. Following the literature review, a preliminary list of criteria and sub-criteria was prepared. The identified factors were subsequently evaluated and refined through consultation with specialists possessing substantial expertise in mining engineering, mineral economics, mine management, valuation, and legal assessment. This process enabled the development of a conceptual framework encompassing the most relevant variables affecting mine value. The statistical population included mining experts, official valuation specialists, university academics, consultants, and professionals actively involved in mine assessment and economic evaluation. Forty-nine experts participated in the study and provided their opinions regarding the relative importance of the identified criteria. Data collection was conducted through a structured questionnaire based on a five-point Likert scale. Respondents were asked to evaluate the significance of each criterion and sub-criterion in determining mining usufruct value. The questionnaire was designed to capture expert perceptions regarding geological, technical, economic, legal, environmental, and managerial aspects of mine valuation. The collected data were analyzed using SPSS software. Descriptive statistical indicators, including mean, median, mode, and standard deviation, were calculated to determine the relative importance of the identified factors. Based on the statistical analysis and expert evaluations, the final framework was organized into nine principal criteria and forty-four sub-criteria. The principal criteria included geological characteristics and reserve conditions, economic indicators, technical and productivity factors, engineering judgment and professional experience, infrastructure conditions, risks and uncertainties, operational and legal history, environmental considerations, and valuation objectives. Together, these criteria represent a comprehensive set of variables influencing the economic value of mining rights. To assess the applicability of the proposed framework, the Kouh-Kamar Copper Mine was selected as a case study. The mine is located southwest of Shahroud in Semnan Province, Iran, and contains economically significant copper mineralization. Geological information, reserve data, mining plans, operational characteristics, infrastructure conditions, and economic records were collected from official reports, mining licenses, technical documentation, and field observations. The mine is currently exploited through open-pit mining operations and contains both oxide and sulfide copper mineralization. Favorable accessibility, existing infrastructure, and continuous mining activity make it a suitable case for evaluating the effectiveness of the proposed valuation framework.

Results and Discussion

The findings demonstrate that mining usufruct valuation is inherently a multi-dimensional process that requires consideration of numerous interrelated factors. The results obtained from expert evaluations indicate that geological characteristics and reserve conditions constitute the most influential category affecting mine value. Ore grade, reserve quantity, reserve confidence, and geological continuity were identified as the most important sub-criteria within this category. These findings are consistent with the fundamental principles of mineral economics, according to which the economic potential of a mining project is strongly dependent on the quantity and quality of its mineral resources. Deposits characterized by larger reserves, higher grades, and greater geological confidence generally exhibit lower investment risk and higher economic attractiveness. Economic indicators emerged as another highly influential group of criteria. Market conditions, production costs, profitability potential, commodity price trends, and macroeconomic stability were recognized as critical determinants of mine value. The results highlight the importance of incorporating broader economic considerations into valuation procedures rather than relying exclusively on geological and technical information. Technical and productivity-related factors also received substantial importance. Elements such as mining method, stripping ratio, operational efficiency, production planning, equipment utilization, and technological capability directly influence production costs and long-term profitability. Consequently, these factors play a significant role in determining the overall value of mining usufruct rights. One of the notable findings of the study is the importance of engineering judgment and professional experience. While quantitative methods provide valuable analytical support, expert knowledge remains essential for interpreting geological uncertainty, operational complexity, and project-specific conditions. The results indicate that experienced professionals contribute significantly to the reliability of valuation outcomes, particularly in situations where available information is incomplete or uncertain. Risk and uncertainty factors were also identified as major contributors to valuation decisions. Geological uncertainty, grade variability, technical challenges, financial risks, regulatory changes, and market fluctuations all influence the expected economic performance of mining projects. The findings emphasize that valuation

frameworks should explicitly account for uncertainty in order to provide realistic and defensible estimates of mine value. Infrastructure conditions represent another important component of the valuation process. Accessibility, transportation networks, availability of water and electricity, communication facilities, and proximity to processing plants can substantially influence operating costs and project feasibility. Mines benefiting from well-developed infrastructure generally demonstrate improved economic performance and lower operational risks. Environmental and legal considerations were also incorporated into the proposed framework. Although these factors received relatively lower rankings compared with geological and economic criteria, they remain significant because environmental liabilities, regulatory compliance requirements, and legal constraints may directly affect project sustainability and profitability. Increasing attention to environmental governance in the mining industry further reinforces the need to incorporate these dimensions into valuation methodologies. Comparison of the proposed framework with traditional valuation approaches reveals several advantages. Conventional procedures often focus on a limited set of technical and economic variables and may overlook qualitative factors affecting project performance. In contrast, the proposed model provides a structured mechanism for integrating quantitative information with expert judgment and contextual considerations. This comprehensive perspective contributes to a more balanced and realistic assessment of mining usufruct value. Another important advantage of the framework is its flexibility. The model can be applied under various data availability conditions and is therefore suitable not only for producing mines but also for exploration-stage and development-stage projects. Furthermore, the framework can support legal valuation assignments, governmental assessments, privatization procedures, and investment analyses where conventional financial data may be incomplete. Application of the framework to the Kouh-Kamar Copper Mine confirmed its practical effectiveness. The mine exhibits several positive characteristics, including substantial reserves, favorable mineral grades, active mining operations, multiple extraction zones, and adequate infrastructure. These features contribute positively to the overall value of the mining usufruct rights. The case study also demonstrated the ability of the model to systematically integrate geological, technical, economic, environmental, and legal information into a unified valuation process. From a managerial perspective, the framework offers a transparent basis for decision-making and may contribute to improved governance of mineral resources. Regulatory agencies, investors, mining companies, financial institutions, and valuation professionals can utilize the model to enhance consistency and reduce subjectivity in valuation procedures.

Conclusion

The results of this study demonstrate that the valuation of mining usufruct rights requires a comprehensive and multidimensional approach capable of incorporating geological, economic, technical, environmental, legal, and managerial considerations. Traditional valuation methods, while useful, may not adequately capture the complexity and uncertainty associated with modern mining projects. The proposed multi-criteria framework provides a systematic methodology for integrating diverse valuation factors into a coherent assessment model. The findings indicate that geological characteristics and economic indicators are the most influential determinants of mine value, while technical performance, infrastructure conditions, risk factors, environmental issues, legal considerations, and professional judgment also play important roles. Application of the framework to the Kouh-Kamar Copper Mine confirmed its practical applicability and demonstrated its capacity to generate a comprehensive evaluation of mining usufruct rights. By incorporating both quantitative and qualitative information, the model contributes to greater transparency, consistency, and reliability in valuation practices. The framework may support a wide range of applications, including investment decision-making, mine transactions, privatization processes, royalty assessments, taxation, financing activities, and dispute resolution. Furthermore, its structured approach can facilitate communication among stakeholders and improve confidence in valuation outcomes. Future research may focus on integrating advanced multi-criteria decision-making techniques, fuzzy logic approaches, probabilistic modeling, and uncertainty analysis into the proposed framework. Application of the model to different metallic and non-metallic deposits may also provide valuable insights regarding its adaptability and robustness under varying geological and economic conditions.

Overall, the integration of expert knowledge with multi-criteria evaluation principles represents a promising direction for improving mine valuation methodologies and supporting more effective management of mineral resources.

Keywords: Mining concession rights, Mining valuation, Economic analysis, Multi-Criteria Decision Making, Expert opinions.



تحلیل اقتصادی ارزش گذاری حق انتفاع معادن با رویکرد چندمعیاره مبتنی بر نظرات خبرگان (مطالعه موردی: معدن مس کوه کمر)

نعمت الله نظری^۱، مجید نوریان بیدگلی^{۱*}

۱- گروه مهندسی معدن، دانشکده مهندسی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

(پژوهشی) دریافت مقاله: ۱۴۰۵/۰۴/۰۲ پذیرش نهایی مقاله: ۱۴۰۵/۰۵/۱۰

چکیده گسترده

مقدمه

ارزش گذاری معادن یکی از مهم ترین مباحث در اقتصاد معدن و مدیریت منابع معدنی محسوب می شود که نقش تعیین کننده ای در تصمیم گیری های سرمایه گذاری، واگذاری، مشارکت، تملک، تعیین حقوق دولتی و حق انتفاع معادن دارد (Hellewell, 1987; Guarnera and Martin, 1992). با وجود توسعه روش های مختلف ارزش گذاری در دهه های اخیر، هنوز چالش های متعددی در تعیین ارزش واقعی دارایی های معدنی و به ویژه ارزش حق انتفاع معادن وجود دارد (Savolainen, 2016; Ali and Rafique, 2024; You, 2025). ماهیت خاص فعالیت های معدنی، وابستگی شدید به شرایط زمین شناسی، عدم قطعیت در ذخیره، نوسانات اقتصادی، تغییرات بازار مواد معدنی و ریسک های فنی و زیست محیطی موجب شده است که روش های متعارف ارزش گذاری همواره با محدودیت هایی مواجه باشند (Kreuzer and Etheridge, 2010; Haque et al, 2014; Patton et al, 2025). در ادبیات ارزش گذاری، سه رویکرد اصلی شامل رویکرد بازار، رویکرد هزینه و رویکرد درآمدی به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرند (Lilford and Minnitt, 2002). در رویکرد بازار، ارزش معدن بر اساس معاملات مشابه تعیین می شود، در حالی که رویکرد هزینه بر مبنای هزینه های ایجاد یا جایگزینی دارایی استوار است. رویکرد درآمدی نیز با استفاده از روش هایی نظیر جریان نقدی تنزیل شده، ارزش معدن را بر پایه جریان های نقدی آتی برآورد می کند (Palm et al, 1987; Hall and Nicholls, 2007; Dias, 2004). هرچند این روش ها از پشتوانه نظری مناسبی برخوردارند، اما در بسیاری از موارد قادر به انعکاس کامل ویژگی های خاص معادن و شرایط عدم قطعیت موجود نیستند (Miranda and Brandão, 2013; Aminrostamkolaei et al, 2017; Chandra and Hartley, 2024). در ایران، تعیین حق انتفاع معادن عمدتاً بر اساس دستورالعمل های اجرایی و روش های تجربی انجام می شود (Raeesi, 2015). در این روش ها مجموعه ای از عوامل فنی، اقتصادی و عملیاتی در قالب ضرایب مشخص مورد استفاده قرار می گیرند و در نهایت ضریب تعدیل F به عنوان عامل اصلی تعیین کننده ارزش حق انتفاع محاسبه می شود. با وجود کاربرد گسترده این روش ها، تمرکز آنها عمدتاً بر مؤلفه های فنی معدنکاری بوده و بسیاری از عوامل مؤثر نظیر ریسک ها، عدم قطعیت ها، شرایط اقتصادی، ملاحظات حقوقی، شاخص های کلان اقتصادی و قضاوت های تخصصی کارشناسان در آنها به طور جامع لحاظ نمی شود (Jalali et al, 2023; You, 2025; Royalties, 2026).

استناد: نظری، ن. و نوریان بیدگلی، م.، ۱۴۰۵. تحلیل اقتصادی ارزش گذاری حق انتفاع معادن با رویکرد چندمعیاره مبتنی بر نظرات خبرگان، پژوهشهای دانش زمین: ۱۷(۲)، (۲۳۸-۲۰۷)، DOI: 10.48308/esrj.2026.107333

E-mail: noriyan@kashanu.ac.ir

* نویسنده مسئول:



بر این اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر توسعه یک مدل چندمعیاره برای ارزش‌گذاری حق انتفاع معادن با استفاده از نظرات خبرگان و بررسی کاربرد آن در معدن مس کوه‌کمر است. در این مدل تلاش شده است تا ضمن حفظ قابلیت اجرایی، مجموعه‌ای جامع از عوامل فنی، اقتصادی، حقوقی، مدیریتی، زیست‌محیطی و ریسک‌های مرتبط در فرآیند ارزش‌گذاری مورد توجه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع کاربردی بوده و با استفاده از روش توصیفی - تحلیلی انجام شده است. در مرحله نخست، با بررسی منابع علمی، گزارش‌های کارشناسی، دستورالعمل‌های اجرایی و سوابق ارزش‌گذاری معادن، عوامل مؤثر بر تعیین حق انتفاع استخراج شد. سپس با بهره‌گیری از نظرات خبرگان حوزه معدن، ساختار نهایی مدل ارزش‌گذاری تدوین گردید. جامعه آماری پژوهش شامل کارشناسان رسمی دادگستری، متخصصان معدن، مدیران اجرایی و فعالان بخش خصوصی معدن بود. در مجموع ۴۹ نفر از خبرگان دارای سابقه تخصصی در حوزه ارزیابی و ارزش‌گذاری معادن در پژوهش مشارکت کردند. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه‌ای مبتنی بر طیف لیکرت پنج‌درجه‌ای بود که میزان اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر ارزش‌گذاری حق انتفاع را مورد سنجش قرار داد. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS و شاخص‌های آماری شامل میانگین، میانه، مد و انحراف معیار استفاده شد. بر اساس نتایج حاصل، معیارهای اصلی و زیرمعیارهای مؤثر رتبه‌بندی و وزن‌دهی شدند. در نهایت ساختار مدل پیشنهادی در قالب ۹ معیار اصلی و ۴۴ زیرمعیار طراحی گردید. معیارهای اصلی شامل زمین‌شناسی و وضعیت ذخیره، شاخص‌های اقتصادی، مسائل فنی و بهره‌وری، قضاوت مهندسی و تجربه، وضعیت زیرساخت‌های معدن، ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها، سوابق فعالیت‌های معدن و ملاحظات حقوقی، ملاحظات زیست‌محیطی و دلایل ارزیابی و قیمت‌گذاری معدن بودند. این معیارها طیف وسیعی از عوامل تأثیرگذار بر ارزش اقتصادی معادن را پوشش داده و نسبت به مدل‌های سنتی از جامعیت بیشتری برخوردار هستند. به‌منظور ارزیابی قابلیت کاربرد مدل، معدن مس کوه‌کمر به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب شد. این معدن در جنوب غربی شهرستان شاهرود و در محدوده دهستان طرود واقع شده و دارای ذخایر مس اکسیدی با ظرفیت استخراج قابل توجه است. اطلاعات فنی، زمین‌شناسی، اقتصادی و عملیاتی معدن از گزارش‌های رسمی، پروانه بهره‌برداری، بازدیدهای میدانی و مستندات مالی استخراج و در محاسبات مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که ارزش‌گذاری حق انتفاع معادن یک فرآیند چندبعدی است و نمی‌توان آن را صرفاً بر مبنای چند شاخص فنی یا اقتصادی انجام داد. بررسی نظرات خبرگان نشان داد که معیارهای زمین‌شناسی و وضعیت ذخیره و شاخص‌های اقتصادی به‌طور مشترک بالاترین اهمیت را دارا هستند. این یافته بیانگر آن است که کیفیت و کمیت ذخیره معدنی در کنار شرایط اقتصادی و بازار، مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده ارزش حق انتفاع محسوب می‌شوند. در میان زیرمعیارهای زمین‌شناسی، عیار ماده معدنی و میزان ذخیره قطعی بیشترین اهمیت را به خود اختصاص دادند. این نتیجه با اصول اقتصاد معدن سازگار است، زیرا ذخایر با عیار بالاتر و قطعیت بیشتر، ریسک سرمایه‌گذاری کمتری داشته و جذابیت اقتصادی بیشتری ایجاد می‌کنند. همچنین ارزش اقتصادی بلوکه‌ها، میزان استخراج سالیانه و ذخیره احتمالی نیز از عوامل مؤثر این بخش بودند. در حوزه شاخص‌های اقتصادی، مهم‌ترین زیرمعیارها شامل شاخص‌های کلان اقتصادی، قیمت تمام‌شده ماده معدنی، ثبات اقتصادی و تغییرات قیمت جهانی مواد معدنی بودند. این یافته نشان می‌دهد که ارزش‌گذاری معادن باید فراتر از ویژگی‌های فنی بوده و شرایط اقتصادی کلان و نوسانات بازار را نیز در نظر بگیرد. معیار مسائل فنی و بهره‌وری در رتبه بعدی قرار گرفت. نسبت باطله به ماده معدنی، وجود طرح بهره‌برداری مبتنی بر اکتشافات تفصیلی، روش استخراج، میزان بهره‌وری و نوع ماشین‌آلات از مهم‌ترین عوامل این بخش بودند. این نتایج بیانگر آن است که کارایی عملیاتی و فناوری مورد استفاده می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر ارزش اقتصادی معدن داشته باشد. یکی از یافته‌های مهم پژوهش، جایگاه بالای قضاوت مهندسی و تجربه کارشناسان بود. نتایج نشان داد که حتی در حضور روش‌های کمی، دانش تخصصی و تجربه کارشناسان در شرایط عدم قطعیت همچنان نقش تعیین‌کننده‌ای در ارزش‌گذاری دارد. در بخش وضعیت زیرساخت‌های معدن، موقعیت جغرافیایی، دسترسی به زیرساخت‌ها و وجود تأسیسات از عوامل مهم شناسایی شدند. معادنی که به شبکه‌های حمل‌ونقل، برق، آب و امکانات پشتیبانی دسترسی بهتری دارند، معمولاً

هزینه‌های عملیاتی کمتری داشته و از جذابیت اقتصادی بیشتری برخوردارند. در حوزه ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها، عدم قطعیت در عیار ماده معدنی، ریسک‌های فنی و ریسک‌های مالی بیشترین اهمیت را داشتند. این یافته تأکید می‌کند که نادیده گرفتن ریسک‌ها می‌تواند به برآوردهای غیرواقعی از ارزش معدن منجر شود. معیار سوابق فعالیت‌های معدن و مباحث حقوقی و قانونی نشان داد که فعال بودن معدن، وجود سینه کار فعال، نوع قراردادهای بهره‌برداری و سوابق بهره‌برداری بر ارزش حق انتفاع اثرگذار هستند. همچنین ملاحظات زیست‌محیطی شامل هزینه‌های بازسازی، خسارت به محیط زیست و رعایت مقررات زیست‌محیطی نیز به عنوان عوامل مؤثر شناسایی شدند. در مطالعه موردی معدن مس کوه کمر، نتایج نشان داد که وجود ذخیره قطعی و احتمالی قابل توجه، عیار مناسب کانسنگ، فعال بودن معدن، تعدد زون‌های استخراجی، استفاده از روش استخراج روباز و وجود زیرساخت‌های مناسب، همگی اثر مثبتی بر ارزش حق انتفاع دارند. این معدن دارای حدود ۶۰۰ هزار تن ذخیره قطعی، ۹۰۰ هزار تن ذخیره احتمالی و عیار متوسط حدود ۰/۷۵ درصد بوده و در پهنه ایران مرکزی و نوار ماگمایی چاه شیرین - طرود قرار دارد که از دیدگاه پتانسیل کانه‌زایی اهمیت ویژه‌ای دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان داد که روش‌های سنتی ارزش گذاری حق انتفاع معادن به دلیل تمرکز بر تعداد محدودی از عوامل فنی، قادر به انعکاس کامل پیچیدگی‌های اقتصادی و عملیاتی فعالیت‌های معدنی نیستند. در مقابل، مدل چندمعیاره پیشنهادی با تلفیق عوامل زمین‌شناسی، اقتصادی، فنی، حقوقی، زیست‌محیطی و مدیریتی، چارچوبی جامع‌تر برای ارزش گذاری ارائه می‌دهد. یافته‌ها نشان داد که ویژگی‌های ذخیره معدنی و شاخص‌های اقتصادی مهم‌ترین مؤثر بر تعیین ارزش حق انتفاع هستند، اما عواملی نظیر ریسک‌ها، زیرساخت‌ها، سوابق بهره‌برداری و قضاوت مهندسی نیز نقش قابل توجهی در این فرآیند دارند. از این رو، استفاده از مدل‌های چندمعیاره می‌تواند دقت، شفافیت و قابلیت اتکای ارزش گذاری را افزایش دهد. مطالعه موردی معدن مس کوه کمر نیز نشان داد که مدل پیشنهادی از قابلیت کاربرد عملی برخوردار بوده و می‌تواند در تعیین ارزش حق انتفاع معادن مختلف مورد استفاده قرار گیرد. بهره‌گیری از چنین مدل‌هایی علاوه بر کمک به تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری، می‌تواند در فرآیندهای واگذاری، مزایده، تعیین حقوق دولتی، تأمین مالی پروژه‌های معدنی و حل اختلافات کارشناسی نیز کاربرد داشته باشد. در مجموع، توسعه مدل‌های ارزش گذاری مبتنی بر رویکردهای چندمعیاره و استفاده از دانش خبرگان، گامی مؤثر در جهت استانداردسازی فرآیند ارزش گذاری معادن و ارتقای نظام مدیریت اقتصادی منابع معدنی کشور محسوب می‌شود. علاوه بر این، نتایج پژوهش نشان داد که بهره‌گیری از رویکردهای چندمعیاره در ارزش گذاری معادن می‌تواند زمینه را برای کاهش وابستگی به قضاوت‌های صرفاً فردی و افزایش شفافیت در فرآیندهای کارشناسی فراهم سازد. در بسیاری از موارد، اختلاف در برآورد ارزش حق انتفاع ناشی از تفاوت در برداشت کارشناسان از اهمیت عوامل مؤثر بر ارزش معدن است. مدل پیشنهادی با تعریف معیارها و زیرمعیارهای مشخص و رتبه‌بندی آن‌ها بر اساس نظرات جمعی خبرگان، امکان ایجاد یک چارچوب منسجم و قابل دفاع را فراهم می‌کند. این موضوع می‌تواند در فرآیندهای تعیین حقوق دولتی، واگذاری معادن، مزایده‌های معدنی، ارزیابی دارایی‌های معدنی، تعیین ارزش وثایق معدنی و همچنین حل اختلافات حقوقی و کارشناسی مورد استفاده قرار گیرد. از سوی دیگر، نتایج این پژوهش نشان داد که ارزش اقتصادی معادن تنها تابع مشخصات زمین‌شناسی و ذخیره معدنی نیست، بلکه مجموعه‌ای از عوامل اقتصادی، فنی، زیرساختی، مدیریتی، حقوقی و زیست‌محیطی به صورت هم‌زمان در شکل‌گیری ارزش نهایی آن نقش دارند. بنابراین، استفاده از مدل‌های جامع ارزش گذاری می‌تواند به تصمیم‌گیری دقیق‌تر سرمایه‌گذاران، بهره‌برداران و سیاست‌گذاران بخش معدن کمک کند. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، مدل ارائه شده با استفاده از روش‌های پیشرفته تصمیم‌گیری چندمعیاره نظیر AHP، ANP، DEMATEL و منطق فازی توسعه یافته و در انواع مختلف معادن فلزی و غیرفلزی مورد آزمون قرار گیرد. همچنین بررسی تأثیر سناریوهای مختلف اقتصادی، تغییرات قیمت جهانی مواد معدنی و عدم قطعیت‌های بازار بر ارزش حق انتفاع معادن می‌تواند زمینه مناسبی برای تکمیل و ارتقای مدل پیشنهادی فراهم آورد. در مجموع، مدل ارائه شده می‌تواند به عنوان گامی در جهت استانداردسازی فرآیند ارزش گذاری معادن و ارتقای کارایی نظام مدیریت اقتصادی منابع معدنی کشور مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: حق انتفاع معادن، ارزش گذاری معادن، تحلیل اقتصادی، تصمیم‌گیری چندمعیاره، نظرات خبرگان.

مقدمه

حق انتفاع معادن به عنوان امتیاز بهره‌برداری اقتصادی از ذخایر معدنی، از جایگاه راهبردی در توسعه بخش معدن و جذب سرمایه‌گذاری برخوردار می‌باشد. تعیین ارزش این حق، نه تنها مبنای تصمیم‌گیری در واگذاری معادن و تعیین حقوق دولتی است، بلکه نقش تعیین‌کننده‌ای در تخصیص بهینه منابع، ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری ایفا می‌کند. با این حال، ارزش‌گذاری حق انتفاع به دلیل ماهیت چندبعدی آن، فرآیندی پیچیده و وابسته به مجموعه‌ای از عوامل فنی، اقتصادی، حقوقی، زیست‌محیطی و حتی قضاوت‌های کارشناسی است (Savolainen, 2016). متغیرهایی هم‌چون کیفیت و کمیت ذخیره، موقعیت جغرافیایی، هزینه‌های استخراج، نوسانات بازار، الزامات قانونی و ملاحظات محیط‌زیستی، هر یک می‌توانند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر ارزش‌نهایی حق انتفاع اثرگذار باشند و عدم لحاظ صحیح آن‌ها منجر به برآوردهای نادقیق خواهد شد (Guarnera and Martin, 1992). به منظور تصمیم‌گیری‌های اقتصادی و مدیریتی در معدن‌کاری، ارزش‌گذاری دارایی‌های معادن ضروری است. سرمایه‌گذاران، مؤسسات مالی و اعتباری، دولت و سایر ذی‌نفعان، برای تصمیم‌گیری در زمینه‌های اقتصادی بدون اطلاع از وضعیت و عملکرد مالی و نیز ارزش واحد معدنی، نمی‌توانند تخمین مناسبی از منابع مالی خود یا دیگران را در اختیار داشته باشند (Aminrostamkolaee et al, 2017; You, 2025). در این چارچوب، اطلاعات حاصل از ارزش‌گذاری، هسته اصلی تحلیل‌های اقتصادی و مبنای ارزیابی کارایی پروژه‌ها را تشکیل می‌دهد. از این‌رو، دقت، شفافیت و اتکاپذیری این اطلاعات، نقش کلیدی در بهبود کیفیت تصمیم‌گیری و کاهش عدم قطعیت‌های اقتصادی ایفا می‌کند (Kreuzer and Etheridge, 2010). از آن‌جا که ارزیابی‌ها و ارزشیابی‌ها غالباً هسته اصلی منابع اطلاعات اقتصادی را تشکیل می‌دهند، لذا برای جلوگیری از تضارب آرا و ایجاد رویه‌های یکسان، اطلاعات باید از کیفیت مناسبی برخوردار بوده و از یک چارچوب استاندارد و مدون پیروی نمایند. استانداردها، ضوابط شناسایی، اندازه‌گیری و نحوه تهیه گزارش ارزیابی دارایی‌ها، درآمدها، سرمایه، بدهی‌ها و هزینه‌ها را مشخص می‌کنند و به عنوان ابزار هماهنگ‌سازی در فرآیندهای ارزیابی عمل می‌نمایند

(Hellewell, 1987; Bell, 2018). در این میان، تدوین استانداردهای بومی‌شده که ضمن اتکا به مبانی علمی، با شرایط اقتصادی، حقوقی و نهادی کشور نیز سازگار باشند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Dias, 2004; Lilford and Minnitt, 2002). ارزشیابی، تعیین ارزش یا قیمت یک دارایی معدنی بر اساس پول رایج است و باید با در نظر گرفتن شرایط زمانی و اطلاعات در دسترس انجام گیرد. در این فرآیند، ارزیابان و نهادهای مالی نیازمند تخمین ارزش واقعی دارایی‌ها هستند، به گونه‌ای که این برآوردها بازتاب‌دهنده شرایط واقعی بازار و ویژگی‌های فنی و اقتصادی معدن باشد. با این حال، ارزش تعیین‌شده همواره تابعی از شرایط زمانی، اطلاعات موجود و مفروضات مورد استفاده است و با تغییر این عوامل، دستخوش تغییر می‌شود (Palm, 1987; Locatelli, 2020). در این راستا، تمایز میان ارزش‌گذاری بازاری و ارزش‌گذاری مبتنی بر روش‌های علمی اهمیت می‌یابد؛ به طوری که ارزش‌گذاری بازاری غالباً متکی بر عرف و شرایط عرضه و تقاضا بوده، در حالی که روش‌های علمی نظیر جریان نقدی تنزیل‌شده (DCF) و ارزش خالص دارایی‌ها (NAV) تلاش می‌کنند برآوردی نظام‌مند و مبتنی بر داده‌های تحلیلی ارائه دهند (Miranda and Brandão, 2013). فاصله میان این دو رویکرد، یکی از چالش‌های اساسی در حوزه ارزش‌گذاری معادن محسوب می‌شود. ارزش‌گذاری معادن به عنوان یکی از حوزه‌های مهم در اقتصاد منابع طبیعی، همواره مورد توجه پژوهشگران و نهادهای تصمیم‌گیر قرار داشته است. در ادبیات کلاسیک، سه رویکرد اصلی برای ارزش‌گذاری دارایی‌های معدنی مطرح است: رویکرد بازار، رویکرد هزینه و رویکرد درآمدی. در رویکرد بازار، ارزش معدن بر اساس معاملات مشابه و قیمت‌های رایج تعیین می‌شود، در حالی که رویکرد هزینه بر مبنای هزینه‌های جایگزینی یا ایجاد دارایی استوار است. در مقابل، رویکرد درآمدی با استفاده از روش‌هایی نظیر جریان نقدی تنزیل‌شده، ارزش دارایی را بر اساس جریان‌های نقدی آتی برآورد می‌کند (Lilford, 2017). در میان این روش‌ها، مدل DCF به عنوان یکی از پرکاربردترین ابزارهای ارزش‌گذاری معادن شناخته می‌شود، چرا که امکان لحاظ کردن متغیرهایی نظیر قیمت‌های جهانی، هزینه‌های عملیاتی، نرخ تنزیل و عمر معدن را فراهم می‌سازد. با این حال، این روش به شدت به

مفروضات اولیه وابسته بوده و در شرایطی که عدم قطعیت بالا باشد، نتایج آن می‌تواند با خطای قابل توجهی همراه باشد (Haque, 2014). علاوه بر این، بسیاری از عوامل کیفی نظیر ریسک‌های نهادی، شرایط حقوقی و قضاوت کارشناسی در این مدل به‌طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نیستند (Hall and Nicholls, 2007). در مطالعات داخلی، ارزش‌گذاری معادن عمدتاً بر پایه روش‌های تجربی و دستورالعمل‌های اجرایی نهادهایی نظیر صندوق بیمه فعالیت‌های معدنی انجام شده است. این روش‌ها معمولاً با تعریف مجموعه‌ای از معیارهای فنی و تخصیص ضرایب وزنی، به تعیین ضریب تعدیل (F) پرداخته و در نهایت ارزش حق انتفاع را برآورد می‌کنند. هرچند این رویکردها از نظر اجرایی ساده و قابل استفاده هستند، اما به دلیل تمرکز محدود بر عوامل فنی و عدم پوشش جامع سایر ابعاد، با محدودیت‌هایی در دقت و جامعیت مواجه‌اند (Raeesi, 2015; Jalali et al, 2023). در طول سال‌های گذشته، برخی پژوهش‌ها تلاش کرده‌اند با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) نظیر AHP، TOPSIS و روش‌های ترکیبی، به شناسایی و وزن‌دهی عوامل مؤثر در ارزش‌گذاری معادن بپردازند (Saaty, 1987; Hwang and Yoon, 2012; Zavadskas, 2014). این مطالعات نشان می‌دهند که استفاده از رویکردهای چندمعیاره می‌تواند به درک بهتر روابط بین عوامل و افزایش دقت در فرآیند ارزش‌گذاری منجر شود (Anvari and Benndorf, 2025). با این حال، در بسیاری از این پژوهش‌ها، یا دامنه عوامل محدود بوده و یا کاربرد عملی مدل‌ها در مطالعات موردی واقعی به‌طور کامل بررسی نشده است (Royalties, 2026). در پژوهش‌های اقتصادی و اجتماعی که موضوعات پیچیده و متغیرهای چندبعدی را مورد بررسی قرار می‌دهند، استفاده از نظرات خبرگان به‌عنوان ابزار جمع‌آوری داده‌ها و به‌کارگیری پرسشنامه‌های ساختاریافته مبتنی بر مقیاس لیکرت پنج‌درجه‌ای مرسوم و معتبر بوده است. برای نمونه، طرح EES به‌طور منظم دیدگاه‌های هزاران اقتصاددان را در موضوعات اقتصادی جهانی جمع‌آوری می‌کند و روش طراحی پرسشنامه آن یکی از استانداردهای روش‌شناسی در حوزه اقتصاد تجربی است (Heil and Potrafke, 2025). همچنین کار تحقیقاتی آندره و فالک نشان می‌دهد که نظرات گسترده خبرگان می‌تواند در درک باورهای اقتصادی

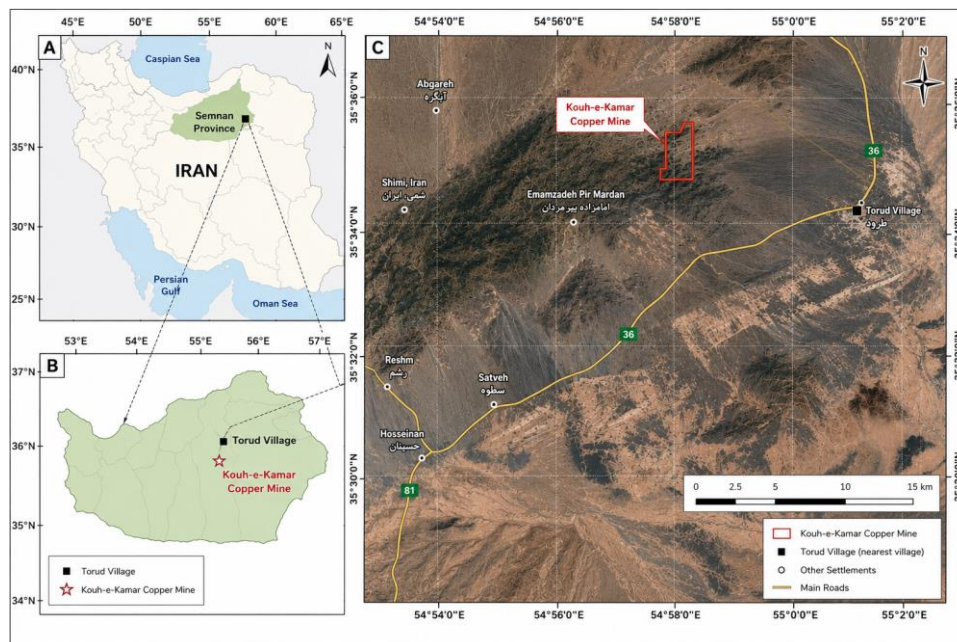
و تعیین اولویت‌های پژوهشی نقش مهمی داشته باشد (Andre and Falk, 2021). از سوی دیگر، استفاده از مقیاس‌های رتبه‌ای مانند لیکرت در جمع‌آوری داده‌های کیفی به داده‌های قابل تحلیل کمی شناخته شده و در مطالعات تجربی اخیر نیز مدنظر بوده است (Westland, 2022; Suárez-García et al, 2024; Kaiser and Lepinteur, 2025). این رویکردها ظرفیت بالایی برای سنجش دیدگاه‌های تخصصی و تبدیل آن‌ها به متغیرهایی برای تحلیل چندبعدی فراهم می‌کنند که در مطالعات ارزش‌گذاری پروژه‌ها و سیاست‌های اقتصادی کاربردی قابل استفاده‌اند. با وجود اهمیت این موضوع، در بسیاری از موارد روش‌های به کار رفته در ارزش‌گذاری حق انتفاع، یا بر مبنای برآوردهای کلی و غیرسیستمی بوده و یا به‌طور کامل عوامل تأثیرگذار را پوشش نداده‌اند (Chandra and Hartley, 2024). در عمل، تمرکز بیش از حد بر برخی عوامل فنی و بی‌توجهی به ابعاد اقتصادی، ریسک و ملاحظات نهادی، موجب شده است که نتایج ارزش‌گذاری از دقت و جامعیت کافی برخوردار نباشند (Ali and Rafique, 2024). این امر می‌تواند منجر به تصمیم‌گیری‌های نادرست، تضاد منافع، کاهش شفافیت و حتی کاهش بهره‌وری در بخش معدن شود. از این‌رو، شکاف اصلی در این حوزه را می‌توان در نبود یک چارچوب جامع، نظام‌مند و چندبعدی برای ارزش‌گذاری حق انتفاع معادن دانست که بتواند تمامی ابعاد مؤثر را به‌صورت هم‌زمان در نظر گیرد (Patton et al, 2025). ضرورت بررسی دقیق تمام موارد تأثیرگذار در ارزشیابی یک معدن با اعمال متغیرهای متعدد از جمله: تاریخچه عملیات معدنی، مجوزهای قانونی، میزان ذخیره باقی‌مانده، موقعیت مکانی، ارزش دارایی‌های مشهود و نامشهود، و در نهایت تلفیق نتایج حاصل از روش‌های مختلف و وزن‌دهی به آن‌ها، امری اجتناب‌ناپذیر است. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف توسعه یک چارچوب ترکیبی برای ارزش‌گذاری حق انتفاع معادن انجام شده است که در آن، علاوه بر عوامل فنی، متغیرهای اقتصادی، ریسک‌ها، قضاوت مهندسی و سایر عوامل کیفی نیز لحاظ شده‌اند. نوآوری این پژوهش در ارائه یک مدل چندمعیاره مبتنی بر نظرات خبرگان، شناسایی و وزن‌دهی نظام‌مند عوامل مؤثر، و کاربردی‌سازی آن در یک مطالعه موردی واقعی (معدن مس کوه‌کمر) است که امکان مقایسه با روش‌های سنتی را نیز فراهم می‌سازد.

منطقه‌ی مورد مطالعه

معرفی معدن

معدن مس کوه کمر در فاصله حدود ۱۵۰ کیلومتری جنوب‌غربی شهرستان شاهرود و در محدوده شمالی دهستان طرود واقع شده است. دسترسی به این معدن

عمدتاً از طریق محورهای ارتباطی شاهرود - طرود و معلمان- طرود امکان‌پذیر است (شکل ۱)، که این امر از منظر لجستیکی و هزینه‌های حمل‌ونقل در فرآیند بهره‌برداری و ارزش‌گذاری معدن حائز اهمیت می‌باشد.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی معدن مس کوه کمر

Fig. 1: Geographic location of the Kouh-Kamar Copper Mine

مواد و روش‌ها

ارزش‌گذاری حق انتفاع معدن مس کوه کمر

در این پژوهش، معدن مس کوه کمر، با ذخایر قابل توجه مس و شرایط بهره‌برداری مشخص، به‌عنوان مطالعه موردی برای ارزش‌گذاری حق انتفاع انتخاب شده است. ویژگی‌های زمین‌شناسی، عیار ماده معدنی، میزان ذخیره، زیرساخت‌ها و شرایط عملیاتی، این معدن را برای تحلیل دقیق و کاربردی مناسب می‌سازد. اطلاعات مورد نیاز از طریق گزارش‌های فنی و داده‌های بهره‌برداری گردآوری شده است.

نتایج

ارزش‌گذاری معدن

ارزش‌گذاری معدن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ارکان تصمیم‌گیری در اقتصاد منابع طبیعی، فرآیندی پیچیده و چندبعدی است که نیازمند در نظر گرفتن هم‌زمان عوامل فنی، اقتصادی، محیطی و نهادی می‌باشد. این فرآیند، مبنای تعیین ارزش دارایی‌های معدنی، ارزیابی اقتصادی

پروژه‌ها و تصمیم‌گیری در خصوص سرمایه‌گذاری، واگذاری و بهره‌برداری از معادن را فراهم می‌سازد. از این‌رو، توسعه چارچوب‌های علمی و نظام‌مند برای ارزش‌گذاری، نقش اساسی در افزایش کارایی و شفافیت در این حوزه دارد. الف) مفاهیم و مبانی نظری ارزش‌گذاری معادن: ارزش‌گذاری معادن، فرآیندی است که طی آن ارزش اقتصادی یک دارایی معدنی بر حسب واحد پولی و بر اساس شرایط مشخص زمانی و مکانی تعیین می‌شود. این فرآیند مستلزم تحلیل دقیق متغیرهایی نظیر نوع و کیفیت ماده معدنی، میزان ذخیره، شرایط زمین‌شناسی، هزینه‌های استخراج و فرآوری، نرخ تنزیل، شرایط بازار و طول عمر معدن است. در این چارچوب، مفهوم ارزش بیانگر میزان تمایل به مالکیت یا بهره‌برداری از یک دارایی است که بر اساس منافع اقتصادی حال و آتی آن سنجیده می‌شود. این مفهوم می‌تواند بر مبنای معیارهایی نظیر قیمت بازار، هزینه جایگزینی، درآمد مورد انتظار و یا ترکیبی از آن‌ها تعریف گردد. از آنجا که ارزش یک دارایی تابعی از شرایط محیطی

می شود. همچنین، دارایی های معدنی را می توان به دو دسته دارایی های مشهود (مانند ذخیره، ماشین آلات و تأسیسات) و نامشهود (مانند مجوزها، پروانه ها و حقوق بهره برداری) تقسیم بندی نمود که هر یک نیازمند روش های متفاوتی برای ارزش گذاری هستند. جدول ۱ خلاصه ای از اقلام دارایی های معدنی و روش های پیشنهادی ارزش گذاری آن ها را نشان می دهد.

و مفروضات تحلیل است، نتایج ارزش گذاری نیز همواره نسبی و وابسته به چارچوب مورد استفاده خواهند بود. یکی از نکات مهم در ارزش گذاری معادن، تمایز میان «ارزشیابی» و «ارزیابی» است. ارزشیابی به تعیین ارزش پولی یک دارایی اشاره دارد، در حالی که ارزیابی، فرآیندی گسترده تر بوده و شامل تحلیل سودآوری، ریسک و امکان پذیری اقتصادی پروژه های معدنی است. در واقع، ارزشیابی بخشی از فرآیند کلان ارزیابی اقتصادی محسوب

جدول ۱: اقلام اصلی دارایی های معدنی و روش های پیشنهادی برای ارزش گذاری
Table 1: Main categories of mineral assets and the proposed valuation methods

نوع دارایی	روش پیشنهادی ارزشیابی (به ترتیب اهمیت در کاربرد)
۱) دارایی های مشهود	
الف: دارایی های ثابت	
ذخیره ماده معدنی	معاملات مشابه (بازار) - هزینه مصرفی - بازدهی (DCF)
زمین و محوطه	معاملات مشابه (بازار) - هزینه جایگزینی
ساختمان و تأسیسات	هزینه جایگزینی مستهلک شده - معاملات مشابه (بازار)
تأسیسات زیربنایی	هزینه جایگزینی مستهلک شده
ماشین آلات و تجهیزات	هزینه جایگزینی مستهلک شده - معاملات مشابه (بازار)
ب: دارایی های جاری	
موجودی انبار	هزینه جایگزینی
پول نقد	مقدار معادل
سهام و اوراق بهادار	معاملات مشابه (بازار)
مطالبات و بدهی ها	مقدار معادل تصحیح شده
پیش پرداخت ها	مقدار معادل تصحیح شده
قراردادها	معاملات مشابه (بازار)
وثیقه ها	مقدار معادل
۲) دارایی های نامشهود	
پروانه و مجوزهای قانونی اکتشاف و بهره برداری	معاملات مشابه (بازار) - هزینه جایگزینی
امتیاز آب و برق و یا حفر چاه آب	معاملات مشابه (بازار) - هزینه جایگزینی
نیروی انسانی ماهر	هزینه ثبت شده (تاریخی) و یا جایگزینی
مالکیت معنوی	معاملات مشابه (بازار) - هزینه جایگزینی

سطح اطلاعات موجود بستگی دارد. در عمل، معمولاً ترکیبی از این روش ها برای دستیابی به برآوردی قابل اتکا مورد استفاده قرار می گیرد. در حال حاضر، مبنای محاسبه حق انتفاع معادن در ایران عمدتاً بر اساس روش های تجربی و دستورالعمل های اجرایی موجود است. در این روش، مجموعه ای از معیارهای فنی، اقتصادی و عملیاتی در قالب ضرایب مشخص در نظر گرفته شده و در نهایت ضریبی تحت عنوان ضریب تعدیل (F) محاسبه می گردد.

این مدل شامل پنج گروه اصلی از متغیرها است:

(۱) ویژگی های ذخیره و سرمایه گذاری،

(۲) شرایط اقتصادی و بازار،

ب) روش های مرسوم ارزش گذاری معادن: در ادبیات ارزش گذاری، سه رویکرد اصلی برای تعیین ارزش دارایی های معدنی مطرح است: رویکرد بازار، رویکرد هزینه و رویکرد درآمدی. در رویکرد بازار، ارزش معدن بر اساس معاملات مشابه و قیمت های رایج تعیین می شود. رویکرد هزینه، بر مبنای هزینه های ایجاد یا جایگزینی دارایی استوار است، در حالی که رویکرد درآمدی با استفاده از روش هایی نظیر جریان نقدی تنزیل شده (DCF)، ارزش معدن را بر اساس جریان های نقدی آتی برآورد می کند. هر یک از این روش ها دارای مزایا و محدودیت های خاص خود هستند و انتخاب روش مناسب به هدف ارزش گذاری، نوع معدن و

- (۳) نحوه استخراج،
 (۴) زیرساخت‌ها و دسترسی،
 (۵) ملاحظات زیست‌محیطی و نیروی انسانی.
- زیرمعیارهای مربوط به هر یک از این گروه‌ها در جداول ۲ تا ۶ ارائه شده‌اند. بر اساس این جداول، ۲۹ زیرمعیار (گویه یا ردیف) پنج معیار اصلی حق انتفاع معدن بر اساس این روش اولویت‌بندی شده است. این زیرمعیارها غالباً به موضوعات مرتبط با مباحث فنی معدن‌کاری است که در

جدول ۲: اولویت‌های اول با ضریب ۵ در حوزه اکتشاف برای تعیین حق انتفاع معدن

Table 2: First-priority exploration factors (Coefficient = 5) for determining mining usufruct rights

ردیف	عنوان	امتیازهای منفی
1	مراحل عملیات اکتشافی انجام شده	در مرحله شناسایی در مرحله پی‌جویی و اکتشافات در مرحله شناسایی در مرحله شناسایی
2	کیفیت اکتشافات انجام شده	غیرسیستماتیک و ناقص
3	قابلیت معدن از نظر ادامه انجام عملیات اکتشافی	امکان ادامه اکتشاف جهت دستیابی به ذخایر جدید وجود ندارد
4	وضعیت ارزیابی ذخیره	عدم کفایت اکتشافات جهت ارزیابی ذخیره
5	میزان سرمایه‌گذاری ثابت (میلیون ریال)	میزان سرمایه‌گذاری ثابت
6	وضعیت ذخیره در مقایسه با دوره بهره‌برداری	وضعیت ذخیره در مقایسه با دوره بهره‌برداری
7	زمان باقیمانده از دوره بهره‌برداری	زمان باقیمانده از دوره بهره‌برداری

جدول ۳: اولویت‌های دوم با ضریب ۴ در حوزه بازار برای تعیین حق انتفاع معدن

Table 3: Second-priority market factors (Coefficient = 4) for determining mining usufruct rights

ردیف	عنوان	امتیازهای منفی
8	توان تولید (تن در سال)	معدن درجه ۴ معدن درجه ۳ معدن درجه ۲ معدن درجه ۱
9	نرخ بازگشت سرمایه	نرخ بازگشت سرمایه
10	بازار فروش	بازار فروش ندارد
11	وضعیت بازار و عملکردهای مالی	وضعیت عملکرد مالی سال‌های گذشته
12	قابلیت صادرات	قابلیت صادرات ندارد
13	انحصار و توان رقابت ماده معدنی	ماده معدنی به لحاظ کمیت و کیفیت توان رقابت با مواد معدنی مشابه در بازار را ندارد

		1	0.5	-
14	تعداد کاربرد و امکان جایگزینی	تک کاربردی است و امکان جایگزینی وجود دارد	تک کاربردی است و امکان جایگزینی وجود ندارد	چندین کاربرد دارد و امکان جایگزینی وجود ندارد
		1	0.5	-

جدول ۴: اولویت‌های سوم با ضریب ۳ در حوزه استخراج برای تعیین حق انتفاع معادن

Table 4: Third-priority mining and extraction-related factors (Coefficient = 3) for determining mining usufruct rights

ردیف	عنوان	امتیازهای منفی
15	نحوه استخراج و قیمت تمام شده یک تن ماده معدنی	روپاز زیاد متعارف کم 1 0.5 -
16	وضعیت باطله‌برداری	زیاد متعارف کم $5 \leq \frac{w}{0} \leq 7$ $3 < \frac{w}{0} < 5$ $\frac{w}{0} \leq 3$ در سنگ سخت در سنگ نرم
17	وضعیت جبهه کار از نظر تعداد	یک جبهه کار دو جبهه کار بیش از دو جبهه کار 1 0.5 -
18	نیاز به آماده‌سازی	زیاد متعارف کم 1 0.5 -
19	وضعیت کانه‌ارایی	انجام کانه‌ارایی الزامی است نیاز ندارد کارخانه دارد 1 -
20	سابقه بهره‌برداری از معدن	از معادن جدید و آماده بهره‌برداری از معادن متروکه ولی آماده احیا مسبوق به سابقه و در حال بهره‌برداری است 1 0.5 -

جدول ۵: اولویت‌های چهارم با ضریب ۲ در حوزه زیرساخت برای تعیین حق انتفاع معادن

Table 5: Fourth-priority infrastructure-related factors (Coefficient = 2) for determining mining usufruct rights

ردیف	عنوان	امتیازهای منفی
21	موقعیت و وضعیت دسترسی به معدن	فاصله معدن تا نزدیکترین جاده آسفالته (کیلومتر) موقعیت مکانی و جاده عبوری معدن نسبت به نزدیک‌ترین روستا با مزارع اطراف 15 > 5-15 5 داخل روستا داخل زمین کشاورزی کنار روستا خارج روستا یا مزرعه 1 0.5 -
22	وضعیت دسترسی به نیروی انسانی ماهر و انتقال سریع تکنولوژی	دشوار و دور از دسترس ساده و در دسترس 1 -
23	وضعیت معدن از نظر دسترسی به منابع آب	آب در منطقه وجود ندارد آب کمتر از حد نیاز وجود دارد در صورت احداث کارخانه کمبود آب دارد 1 0.66 0.33 -
24	وضعیت معدن از نظر دسترسی و فاصله تا خطوط انتقال نیرو	در فاصله بیشتر از 5 کیلومتر در فاصله نزدیک 5 کیلومتری در فاصله حدود 2 کیلومتری 1 0.66 0.33 -
25	تعداد ماه‌های قابل کار در سال	کمتر از ۶ ماه ۹-۱۲ ۱ ۰/۵ -
26	فاصله تا محل مصرف (کیلومتر)	بیش از ۳۰۰ ۳۰۰-۲۰۰ ۲۰۰-۱۰۰ ۱ ۰/۶۶ ۰/۳۳ -

جدول ۶: اولویت‌های پنجم با ضریب ۱ در حوزه منابع انسانی برای تعیین حق انتفاع معادن

Table 6: Fifth-priority human resource factors (Coefficient = 1) for determining mining usufruct rights

ردیف	عنوان	امتیازهای منفی			
27	وضعیت انسانی نیروی معدن و مسئول فنی	بهره‌بردار بدون تجربه و از مسئول فنی تمام وقت و نیروهای متخصص استفاده می‌کند	بهره‌بردار بدون تجربه و از مسئول فنی تمام وقت و نیروهای متخصص استفاده می‌کند	بهره‌بردار دارای تجربه و از مسئول فنی تمام وقت و نیروهای متخصص استفاده می‌کند	بهره‌بردار متخصص و دارای تجربه است و از نیروهای متخصص استفاده می‌کند
		1	0.75	0.5	0.25
28	مسائل زیست محیطی و فضای سبز	از نظر مسائل زیست محیطی مشکل دارد	از نظر مسائل زیست محیطی ممکن است در آینده مشکل داشته باشد	فاقد طرح زیست محیطی و امکانات ایجاد فضای سبز است	دارای طرح زیست محیطی و امکانات ایجاد فضای سبز است
		1	0.66	0.33	-
29	وضعیت ایمنی و بهداشت بر حسب جمع امتیاز کسب شده از جدول ۷	0-4	4-6	6-8	8-10
		1	0.66	0.33	-

جدول ۷: امتیاز وضعیت ایمنی و بهداشت معادن در محاسبه حق انتفاع معادن

Table 7: Scoring of mine safety and occupational health conditions in the calculation of mining usufruct rights

امتیاز	عنوان
2	معادن دارای کمیته ایمنی و بهداشت کار فعال با حضور کارشناس بهداشت است.
2	وسایل کارگاهی و برق از ایمنی برخوردار است.
2	کارگران از لوازم ایمنی فردی استفاده می‌کنند.
2	دیواره‌های کارگاه دارای شیب و ارتفاع مناسب و وسایل نگهداری مطلوب است.
2	مقررات ایمنی در مورد اندازه‌گیری شامل گازها، آتش‌باری، تهویه و روشنایی و حمل و نقل رعایت می‌شود.

رابطه ۱ چارچوب کلی محاسبه ارزش حق انتفاع را نشان می‌دهد که در آن متغیرهایی نظیر سودآوری سالیانه، نرخ بازگشت سرمایه و عمر معدن لحاظ شده‌اند. این روش به دلیل سادگی و قابلیت اجرا، کاربرد گسترده‌ای در ارزیابی‌های عملی دارد.

رابطه ۱)

$$A = (1 - F)Q \frac{1 - \frac{1}{(R)^n}}{T}$$

در این رابطه:

A: ارزش کارشناسی معدن یا حق انتفاع پروانه بهره‌برداری معدن (هزار ریال)

T: حداقل نرخ بازگشت سرمایه مورد انتظار معدن

R: مجموع T+1

n: مدت باقیمانده از دوره بهره‌برداری طرح (به سال)

Q: میانگین سودآوری خالص سالیانه طرح (هزار ریال)

F: فاکتور تعدیل

لازم به ذکر است که به منظور تعیین ارزش روز معدن، ضروری است تا سایر دارایی‌های معدن از جمله ساختمان،

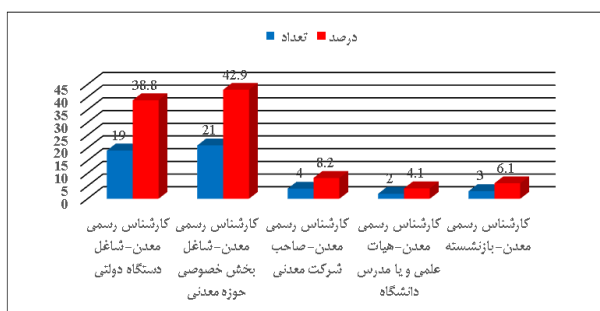
راه، تأسیسات و ماشین آلات ملکی موجود در معدن ارزش‌گذاری گردد. لذا برای هر یک از معادن سایر دارایی‌ها محاسبه و در سرجمع ارزش‌گذاری معدن اضافه می‌گردد. با وجود کاربرد گسترده روش‌های تجربی، این رویکردها با محدودیت‌های قابل توجهی مواجه هستند. مهم‌ترین محدودیت آن‌ها، تمرکز غالب بر عوامل فنی و معدنی و عدم توجه کافی به سایر ابعاد مؤثر نظیر ریسک‌ها، عدم قطعیت‌ها، شاخص‌های کلان اقتصادی و عوامل نهادی است. علاوه بر این، وابستگی بالای این روش‌ها به قضاوت‌های فردی و نبود چارچوب استاندارد برای وزن‌دهی عوامل، موجب کاهش شفافیت و قابلیت تعمیم نتایج می‌شود. از سوی دیگر، روش‌های کلاسیک ارزش‌گذاری نیز علی‌رغم برخورداری از پشتوانه نظری قوی، در بسیاری از موارد قادر به انعکاس کامل ویژگی‌های خاص معادن، به‌ویژه در شرایط عدم قطعیت بالا، نیستند. در نتیجه، شکاف قابل توجهی میان روش‌های نظری و کاربردهای عملی در ارزش‌گذاری معادن وجود دارد. بر این اساس، ضرورت توسعه یک چارچوب جامع که بتواند ضمن حفظ سادگی اجرایی،

جامع‌تر عوامل مؤثر بر ارزش‌گذاری حق انتفاع را فراهم می‌سازد. در گام نخست، با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، بررسی گزارش‌های کارشناسی و تحلیل پیشینه پژوهش، فهرستی اولیه از عوامل مؤثر بر تعیین حق انتفاع استخراج گردید. سپس، به منظور اعتبارسنجی و تکمیل این عوامل، از نظرات خبرگان شامل کارشناسان رسمی دادگستری، متخصصان بخش معدن، مدیران اجرایی و فعالان بخش خصوصی استفاده شد. انتخاب خبرگان بر اساس معیارهایی نظیر سابقه فعالیت (شکل ۲)، سطح تحصیلات (شکل ۳)، تجربه در ارزیابی معادن و دسترسی به اطلاعات تخصصی انجام گرفت. بخش قابل توجهی از پاسخ‌دهندگان دارای سابقه کاری بالا در حوزه معدن بوده و از سطح تحصیلات دانشگاهی مرتبط برخوردار هستند. این موضوع بیانگر کفایت علمی و تجربی نمونه مورد بررسی برای اظهارنظر در خصوص عوامل مؤثر بر ارزش‌گذاری حق انتفاع معادن است.

تمامی عوامل مؤثر را به صورت نظام‌مند در نظر گیرد، بیش از پیش احساس می‌شود.

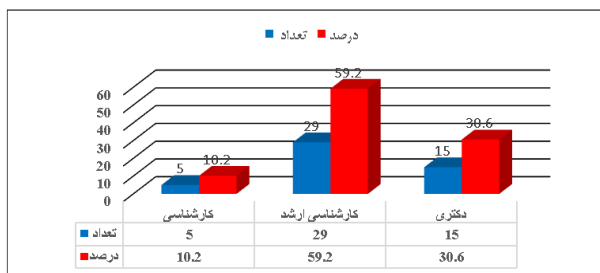
مدل پیشنهادی برای ارزش‌گذاری حق انتفاع معادن

در پاسخ به محدودیت‌های موجود، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از مطالعات نظری، بررسی تجربیات عملی و استفاده از نظرات خبرگان، به توسعه یک مدل چندمعیاره برای ارزش‌گذاری حق انتفاع معادن پرداخته است. در این مدل، تلاش شده است تا علاوه بر عوامل فنی، متغیرهای اقتصادی، ریسک‌ها، ملاحظات زیست‌محیطی، مسائل حقوقی و قضاوت‌های کارشناسی نیز به صورت هم‌زمان در نظر گرفته شوند. در این پژوهش، به منظور غلبه بر محدودیت‌های مذکور، از رویکرد مبتنی بر نظرات خبرگان (Expert-Based Approach) در قالب یک مدل چندمعیاره استفاده شده است. این رویکرد با تکیه بر دانش تخصصی و تجربیات عملی کارشناسان حوزه معدن، امکان شناسایی



شکل ۲: نمودار توزیع فراوانی شرایط شغلی خبرگان

Fig. 2: Frequency distribution of experts according to occupational status



شکل ۳: نمودار توزیع فراوانی شرایط تحصیلی خبرگان

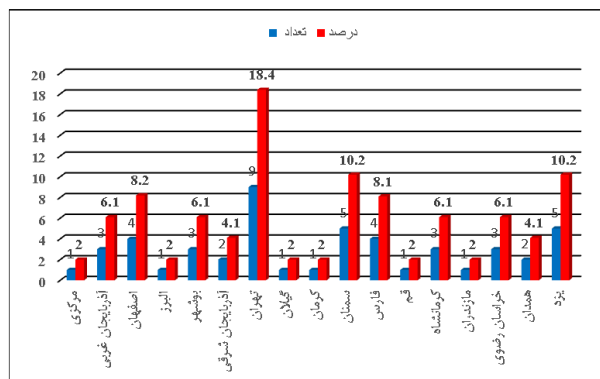
Fig. 3: Frequency distribution of experts according to educational background

بوده که این تعداد از بین ۱۰۱ نفر کارشناسان کل کشور (شکل ۴) انتخاب شده‌اند که حاضر به همکاری بوده و در دسترس بوده‌اند. این میزان پاسخ‌دهی، با توجه به ماهیت تخصصی جامعه آماری، از کفایت لازم برای تحلیل برخوردار است. بیش‌ترین شرکت‌کنندگان در پژوهش با فراوانی ۱۸/۴ درصد مربوط به استان تهران و سپس استان‌های

بالاترین فراوانی شغلی شرکت‌کنندگان در پژوهش مربوط به کارشناسان رسمی شغال در بخش خصوصی حوزه معدن با ۴۲/۹ درصد و پس از آن کارشناسان رسمی شغال در دستگاه‌های دولتی با ۳۸/۸ درصد می‌باشد که بیان‌کننده تسلط حرفه‌ای پاسخگویان به موضوع مربوطه است. تعداد خبرگان در این تحقیق ۴۹ نفر (شامل ۴۵ مرد و ۴ زن)

عین حال تخصصی بوده و از این رو می‌توان نتایج حاصل از تحلیل آن‌ها را از قابلیت اتکای مناسبی برخوردار دانست.

سمنان و یزد با ۱۰/۲ درصد می‌باشد. این توزیع نشان می‌دهد که نظرات اخذشده، حاصل دیدگاه‌های متنوع و در



شکل ۴: نمودار توزیع فراوانی خبرگان پاسخگو بر اساس استان‌های کشور

Fig. 4: Frequency distribution of responding experts by province

میزان توافق میان خبرگان نیز ارزیابی شود. سپس، با تجمیع نظرات و تبدیل امتیازات کیفی به مقادیر کمی، رتبه‌بندی هر یک از معیارها تعیین گردید. در این چارچوب، ۹ معیار اصلی و ۴۴ زیرمعیار به‌عنوان عوامل مؤثر بر ارزش‌گذاری حق انتفاع معادن شناسایی و در قالب یک ساختار سلسله‌مراتبی سازمان‌دهی شدند (جدول ۸). این معیارها طیف گسترده‌ای از ابعاد فنی، اقتصادی، ریسک، زیرساختی، حقوقی و زیست‌محیطی را پوشش می‌دهند و نسبت به مدل‌های سنتی از جامعیت بیشتری برخوردارند.

ابزار جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش، پرسشنامه‌ای ساختاریافته مبتنی بر طیف لیکرت پنج‌درجه‌ای (از خیلی کم تا خیلی زیاد) بوده است که در آن، میزان اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارها توسط خبرگان ارزیابی شده است. در گام بعدی، به منظور تحلیل داده‌ها و استخراج وزن معیارها، از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی در نرم‌افزار SPSS استفاده شد. در این فرآیند، شاخص‌هایی نظیر میانگین، میانه، مد و انحراف معیار برای هر یک از معیارها محاسبه گردید تا علاوه بر تعیین سطح اهمیت،

جدول ۸: معیارهای اصلی و زیرمعیارها (گویه‌ها) در تعیین حق انتفاع معادن

Table 8: Main criteria and sub-criteria (indicators) for determining mining usufruct rights

ردیف	معیارهای اصلی	ردیف	زیر معیارها
۱	زمین‌شناسی و وضعیت ذخیره	۱	عیار ماده معدنی
		۲	میزان ذخیره قطعی
		۳	ارزش اقتصادی بلوک‌ها و ترقیق
		۴	میزان استخراج سالیانه
		۵	میزان ذخیره احتمالی
۲	شاخص‌های اقتصادی	۶	شاخص‌های کلان اقتصادی
		۷	قیمت تمام‌شده ماده معدنی
		۸	ثبات اقتصادی در قیمت‌ها
		۹	هزینه‌های حمل و نقل
		۱۰	تغییرات قیمت جهانی مواد معدنی
		۱۱	هزینه‌های قانونی
		۱۲	هزینه انرژی
		۱۳	هزینه‌های اکتشافات معدن
		۱۴	هزینه نیروی انسانی
۳	مسائل فنی و بهره‌وری	۱۵	نسبت باطله به ماده معدنی
		۱۶	روند آزادسازی کانه
		۱۷	وجود طرح بهره‌برداری

۱۸	روش استخراج در معدن		
۱۹	میزان بهره‌وری و کارایی		
۲۰	نوع ماشین‌آلات و تکنولوژی‌ها		
۲۱	قضاوت مهندسی و تجربه کارشناسان	۴	قضاوت مهندسی و تجربه
۲۲	داشتن یا نداشتن صلاحیت ارزیابی		
۲۳	موقعیت جغرافیایی معدن	۵	وضعیت زیر ساخت های معدن
۲۴	وجود زیرساخت‌ها		
۲۵	وجود ساختمان‌ها و تأسیسات		
۲۶	مسائل اجتماعی		
۲۷	عدم قطعیت در عیار ماده	۶	ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها
۲۸	ریسک فنی معدن کاری		
۲۹	ریسک‌های مالی معدن کاری		
۳۰	ریسک‌های ایمنی معدن کاری		
۳۱	ریسک‌های زیست محیطی معدن کاری		
۳۲	فعال بودن معدن	۷	سوابق فعالیت‌های معدن و مباحث حقوقی و قانونی
۳۳	وجود سینه کار فعال		
۳۴	نوع قراردادهای بهره‌برداری		
۳۵	سوابق بهره‌برداری		
۳۶	آیین‌نامه‌های دولتی		
۳۷	وجود مواد معدنی		
۳۸	هزینه‌های بازسازی	۸	ملاحظات زیست محیطی
۳۹	تأثیر خسارت به محیط‌زیست		
۴۰	ریسک زیست‌محیطی		
۴۱	رعایت مقررات زیست محیطی		
۴۲	دلایل ارزیابی مزایده، مصادره و توقیف	۹	دلایل ارزیابی و قیمت‌گذاری معدن
۴۳	دلایل ارزیابی برند، حسابداری و معاملات		
۴۴	دلایل ارزیابی ارزیابی سهم شرکا و سهامداران		

نتایج ارائه شده در جدول ۹ بیانگر رتبه‌بندی معیارهای اصلی مؤثر در تعیین حق انتفاع معادن بر اساس نظرات خبرگان می‌باشد. این رتبه‌بندی بر مبنای درصد اهمیت استخراج شده از نظرات خبرگان و وزن نهایی محاسبه شده برای هر معیار صورت گرفته است. در این جدول، شاخص میانگین به‌عنوان نماینده سطح اهمیت کلی هر معیار در نظر گرفته شده است؛ به‌طوری که میانگین بالاتر بیانگر اهمیت بیشتر معیار از دیدگاه خبرگان و میانگین پایین‌تر نشان‌دهنده اهمیت کمتر آن می‌باشد. در کنار آن، انحراف معیار به‌عنوان شاخص پراکندگی داده‌ها، میزان توافق یا اختلاف نظر میان پاسخ‌دهندگان را مشخص می‌سازد؛ به گونه‌ای که مقادیر پایین‌تر انحراف معیار حاکی از همگرایی نظرات و وجود اجماع نسبی، و مقادیر بالاتر نشان‌دهنده پراکندگی بیشتر و عدم توافق میان خبرگان است. همچنین، شاخص مد بیانگر پرتکرارترین پاسخ ارائه شده و

میان به‌عنوان نشان‌دهنده نقطه مرکزی توزیع داده‌ها است که به درک بهتر الگوی پاسخ‌ها کمک می‌کند. بر اساس بررسی هم‌زمان این شاخص‌ها، به‌ویژه میانگین و انحراف معیار، می‌توان نتیجه گرفت که اغلب معیارهای مورد بررسی از دیدگاه خبرگان دارای اهمیت قابل توجهی بوده و سطح مناسبی از اجماع در خصوص زیرمعیارهای مؤثر بر تعیین حق انتفاع معادن حاصل شده است. وزن‌دهی معیارهای اصلی بر اساس میانگین امتیازات اختصاص‌یافته توسط خبرگان در قالب طیف لیکرت پنج‌درجه‌ای انجام شده است. به‌منظور قابلیت مقایسه، مقادیر به دست‌آمده نرمال‌سازی شده و سهم نسبی هر معیار در قالب وزن نهایی محاسبه گردید. این وزن‌ها بیانگر اهمیت نسبی هر معیار در فرآیند ارزش‌گذاری بوده و در محاسبه ضریب تعدیل F به کار گرفته شده‌اند.

جدول ۹: رتبه‌بندی معیارهای اصلی در تعیین حق انتفاع معادن
Table 9: Ranking of the main criteria for determining mining usufruct rights

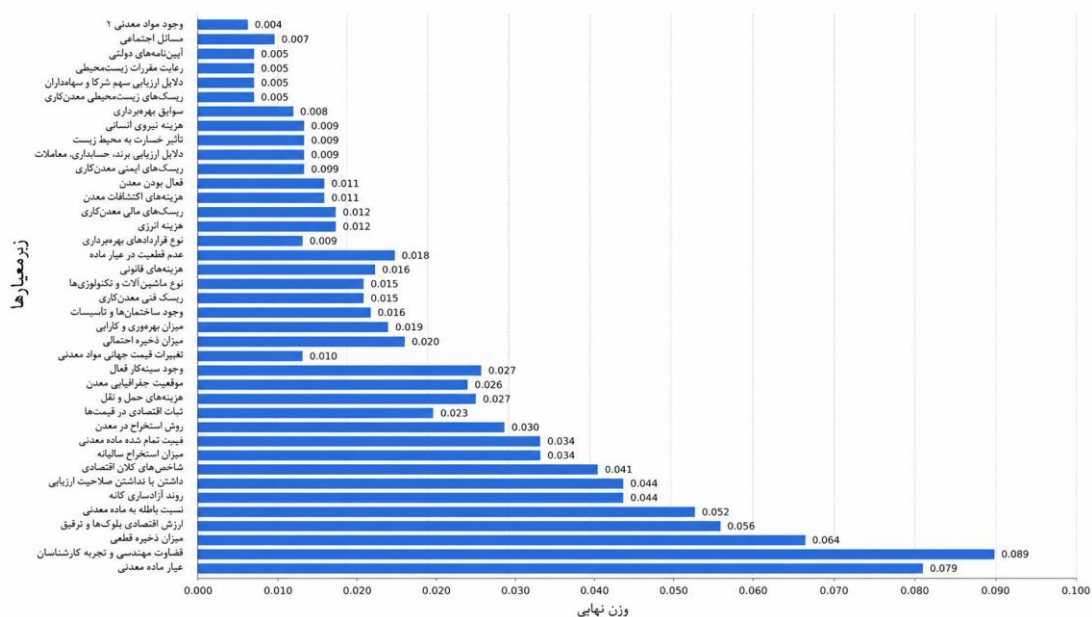
عامل اصلی	رتبه	درصد حاصل از جمع‌بندی نظرات خبرگان براساس اهمیت	وزن نهائی حاصل از محاسبات از 1 تا 3	میانگین	انحراف معیار	میان	مد
زمین‌شناسی و وضعیت ذخیره	1	89.8	2.69	2.79	0.468	3	3
شاخص‌های اقتصادی	1	89.8	2.69	2.79	0.468	3	3
مسائل فنی و بهره‌وری	2	71.4	2.14	2.54	0.563	2.5	3
قضاوت مهندسی و تجربه	3	61.3	1.83	2.44	0.634	2.5	3
وضعیت زیرساخت‌های معدن	4	44.9	1.34	2.23	0.541	2	2
ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها	5	34.7	1.04	2.21	0.500	2	2
سوابق فعالیت‌های معدن و مباحث حقوقی و قانونی	6	26.5	0.79	2.05	0.492	2	2
ملاحظات زیست‌محیطی	7	20.4	0.61	1.72	0.693	1.5	1
دلایل ارزیابی و قیمت‌گذاری معدن	8	14.3	0.43	1.71	0.600	1.5	2

بر اساس نتایج، معیارهای زمین‌شناسی و وضعیت ذخیره و شاخص‌های اقتصادی به‌طور مشترک در رتبه اول قرار گرفته‌اند و هر دو دارای درصد اهمیت ۸۹/۸ درصد و وزن نهایی ۲/۶۹ می‌باشند. این موضوع نشان‌دهنده آن است که از دیدگاه خبرگان، ویژگی‌های ذاتی ذخیره معدنی (نظیر عیار، میزان ذخیره و قابلیت استخراج) در کنار شاخص‌های اقتصادی (نظیر هزینه‌ها، قیمت‌ها و شرایط بازار) مهم‌ترین عوامل در تعیین ارزش حق انتفاع محسوب می‌شوند. این یافته با ماهیت اقتصادی فعالیت‌های معدنی که وابستگی شدیدی به سودآوری و کیفیت ذخیره دارد، کاملاً همخوانی دارد. در رتبه دوم، معیار مسائل فنی و بهره‌وری با درصد اهمیت ۷۱/۴ درصد و وزن نهایی ۲/۱۴ قرار دارد که بیانگر نقش قابل توجه کارایی عملیات استخراج، فناوری‌های مورد استفاده و مدیریت تولید در ارزش‌گذاری معادن است. این عامل نشان می‌دهد که حتی در صورت وجود ذخایر مناسب، نحوه بهره‌برداری می‌تواند تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر ارزش نهایی معدن داشته باشد. معیار قضاوت مهندسی و تجربه با کسب رتبه سوم و وزن ۱/۸۳، جایگاه مهمی در فرآیند ارزش‌گذاری دارد. این نتیجه بیانگر آن است که برخلاف برخی رویکردهای صرفاً کمی، نقش دانش ضمنی، تجربه کارشناسان و قضاوت حرفه‌ای در تعیین ارزش حق انتفاع همچنان قابل توجه و غیرقابل چشم‌پوشی است. در رتبه‌های بعدی، معیارهای وضعیت زیرساخت‌های معدن و ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها به ترتیب با وزن‌های ۱/۳۴ و ۱/۰۴ قرار گرفته‌اند. هرچند این عوامل نسبت به معیارهای اصلی در رتبه‌های پایین‌تری قرار دارند، اما همچنان به‌عنوان عناصر مؤثر در کاهش یا افزایش جذابیت اقتصادی

معدن مطرح هستند. به‌ویژه، نقش ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها در شرایط اقتصادی و نهادی متغیر، می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری اهمیت بیشتری پیدا کند. در مجموع، نتایج جدول ۹ نشان می‌دهد که فرآیند ارزش‌گذاری حق انتفاع معادن، یک فرآیند چندبعدی است که در آن، ترکیبی از عوامل فنی، اقتصادی و تجربی به‌صورت هم‌زمان مؤثر هستند. این یافته، ضرورت استفاده از یک مدل چندمعیاره را که بتواند وزن نسبی این عوامل را به‌صورت نظام‌مند لحاظ نماید، تأیید می‌کند. همچنین، وزن‌های به دست‌آمده در این جدول، مبنای اصلی محاسبه ضریب تعدیل (F) در مدل پیشنهادی پژوهش را تشکیل می‌دهند. شکل ۵ رتبه‌بندی زیرمعیارهای (گویه‌های) مؤثر در تعیین حق انتفاع معادن را بر اساس وزن نهایی حاصل از تحلیل سلسله‌مراتبی نشان می‌دهد. در این روش، ابتدا وزن نسبی معیارهای اصلی و سپس وزن محلی هر زیرمعیار از طریق مقایسات زوجی انجام شده توسط خبرگان تعیین گردید. در ادامه، وزن نهایی هر زیرمعیار از حاصل ضرب وزن معیار اصلی در وزن محلی همان زیرمعیار محاسبه و مبنای رتبه‌بندی قرار گرفت. بنابراین، رتبه‌های ارائه‌شده در این شکل بیانگر اهمیت نسبی هر زیرمعیار در کل ساختار تصمیم‌گیری بوده و صرفاً بر اساس میانگین امتیازات خبرگان تعیین نشده‌اند. بر اساس نتایج، زیرمعیارهایی که در رتبه‌های بالاتر قرار گرفته‌اند، از دیدگاه خبرگان بیشترین تأثیر را بر ارزش‌گذاری حق انتفاع معادن دارند. این زیرمعیارها عمدتاً به ویژگی‌های زمین‌شناسی و ذخیره معدن، شاخص‌های اقتصادی و شرایط فنی استخراج مربوط هستند که نقش مستقیمی در تعیین ارزش اقتصادی معدن

و مدیریتی به صورت هم زمان در فرآیند تصمیم گیری نقش دارند. این یافته بر ماهیت چندمعیاره ارزش گذاری حق انتفاع معادن تأکید کرده و ضرورت استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی را برای تعیین اهمیت نسبی عوامل مؤثر تأیید می کند. وزن های نهایی حاصل از این تحلیل، به عنوان یکی از ورودی های اصلی در محاسبه ضریب تعدیل (F) در مدل پیشنهادی پژوهش مورد استفاده قرار گرفته اند.

ایفا می کنند. در مقابل، زیرمعیارهای دارای وزن نهایی کمتر، اگرچه در فرآیند ارزش گذاری مؤثر هستند، اما در مقایسه با سایر عوامل از اهمیت نسبی کمتری برخوردار بوده و عمدتاً نقش تکمیلی یا غیرمستقیم در تصمیم گیری ایفا می کنند. همچنین، توزیع وزن های نهایی در این شکل نشان می دهد که ارزش گذاری حق انتفاع معادن تنها متکی بر چند عامل فنی یا اقتصادی نیست، بلکه مجموعه ای از عوامل زمین شناسی، اقتصادی، فنی، حقوقی، زیست محیطی



شکل ۵: رتبه بندی زیرمعیارها (گویه ها) در تعیین حق انتفاع معادن

Fig. 5: Ranking of sub-criteria (indicators) affecting the determination of mining usufruct rights

دقیق تر سهم هر زیرمعیار در فرآیند ارزش گذاری را فراهم می سازند. به عنوان نمونه، در معیار زمین شناسی و وضعیت ذخیره که بر اساس نتایج جدول ۹ در رتبه نخست قرار گرفته است، زیرمعیار عیار ماده معدنی با کسب امتیاز ۹۷/۹ درصد به عنوان مهم ترین عامل شناسایی شده و پس از آن میزان ذخیره قطعی با امتیاز ۹۵/۹ درصد در رتبه دوم قرار دارد. این نتایج نشان دهنده آن است که ویژگی های ذاتی ذخیره معدنی، به ویژه کیفیت (عیار) و کمیت (میزان ذخیره)، بیشترین تأثیر را بر تعیین ارزش حق انتفاع از دیدگاه خبرگان دارند. سایر زیرمعیارهای این بخش و نیز زیرمعیارهای مربوط به دیگر معیارهای اصلی، در جداول ۱۰ تا ۱۸ ارائه شده اند که تحلیل آن ها بیانگر نقش متنوع و چندبعدی عوامل مؤثر در ارزش گذاری معادن است.

در ادامه، به منظور تحلیل دقیق تر عوامل مؤثر بر تعیین حق انتفاع معادن، زیرمعیارهای هر یک از معیارهای اصلی بر اساس نتایج حاصل از نظرسنجی خبرگان مورد بررسی قرار گرفته اند. داده های مربوط به این بخش بر مبنای طیف لیکرت پنج درجه ای جمع آوری شده و به منظور تسهیل در تحلیل، بر اساس روش های مرسوم آماری در سه سطح پیرامین، متوسط و کم اهمیت طبقه بندی شده اند. به این ترتیب، گزینه های خیلی زیاد و زیاد در گروه پر اهمیت و گزینه های کم و خیلی کم در گروه کم اهمیت قرار گرفته اند. بر این اساس، رتبه بندی زیرمعیارهای مرتبط با ۹ معیار اصلی تعیین حق انتفاع معادن در جداول ۱۰ تا ۱۸ ارائه شده است. این جداول بیانگر اهمیت نسبی هر یک از گویه ها در چارچوب معیارهای اصلی بوده و امکان تحلیل

جدول ۱۰: رتبه‌بندی گویه‌های معیار اصلی زمین‌شناسی و وضعیت ذخیره در تعیین حق انتفاع معادن

Table 10: Ranking of indicators related to the main criterion of geology and reserve conditions in determining mining usufruct rights

درجه اهمیت گویه (%)							عامل مؤثر	گویه‌های مورد بررسی
مد	میان	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	رتبه		
5	5	0.522	4.65	-	2	97.9	زمین‌شناسی و وضعیت ذخیره	عیار ماده معدنی
5	5	0.571	4.61	-	4.1	95.9		میزان ذخیره قطعی
5	5	0.647	4.41	-	10.2	89.8		ارزش اقتصادی بلوک‌ها و ترقیق
5	5	0.739	4.47	-	14.3	85.7		میزان استخراج سالیانه
4	4	0.711	3.51	8.2	36.7	55.1		میزان ذخیره احتمالی

جدول ۱۱: رتبه‌بندی گویه‌های معیار اصلی شاخص‌های اقتصادی در تعیین حق انتفاع معادن

Table 11: Ranking of indicators related to the main criterion of economic indicators in determining mining usufruct rights

درجه اهمیت گویه (%)							عامل مؤثر	گویه‌های مورد بررسی
مد	میان	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	رتبه		
5	5	0.531	4.73	-	4	96	شاخص‌های اقتصادی	شاخص‌های کلان اقتصادی
5	5	0.526	4.65	-	2	91.9		قیمت تمام شده ماده معدنی
5	4	0.723	4.35	2	8.2	89.8		ثبات اقتصادی در قیمت‌ها
5	4	0.771	4.29	2	12.2	83.7		هزینه‌های حمل و نقل
4	4	0.854	4.02	2	22.4	75.5		تغییرات قیمت جهانی مواد معدنی
4	4	0.865	3.96	4.1	26.5	69.4		هزینه‌های قانونی
4	4	0.904	3.88	8.2	22.4	69.4		هزینه انرژی
4	4	1.011	3.76	10.2	22.4	67.3		هزینه‌های اکتشافات معدن
4	4	0.885	3.61	12.2	22.4	65.3		هزینه نیروی انسانی

جدول ۱۲: رتبه‌بندی گویه‌های معیار اصلی مسائل فنی و بهره‌وری در تعیین حق انتفاع معادن

Table 12: Ranking of indicators related to the main criterion of technical and productivity factors in determining mining usufruct rights

درجه اهمیت گویه (%)							عامل مؤثر	گویه‌های مورد بررسی
مد	میان	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	رتبه		
5	5	0.555	4.67	-	4.1	95.9	مسائل فنی و بهره‌وری	نسبت باطله به ماده معدنی
4	4	0.694	4.35	2	6.1	91.8		روند آزادسازی کانه

وجود طرح بهره‌برداری مبتنی بر اکتشافات تفصیلی	89.8	6.1	4	4.33	0.851	4	5
روش استخراج در معادن	85.7	12.2	2	4.20	0.735	4	4
میزان بهره‌وری و کارایی	83.6	10.2	4	4.27	0.893	4	4
نوع ماشین آلات و تکنولوژی‌ها	81.6	14.3	4	3.98	0.803	4	4

جدول ۱۳: رتبه‌بندی گویه‌های معیار اصلی قضاوت مهندسی و تجربه در تعیین حق انتفاع معادن

Table 13: Ranking of indicators related to the main criterion of engineering judgment and experience in determining mining usufruct rights

درجه اهمیت گویه (%)							عامل مؤثر	گویه‌های مورد بررسی
مد	میان	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	رتبه		
5	4	0.778	4.24	2	14.3	83.7	قضاوت مهندسی و تجربه کارشناسان	قضاوت مهندسی
5	4	0.935	4.20	6.1	10.2	83.7	داشتن یا نداشتن صلاحیت ارزیابی	و تجربه

جدول ۱۴: رتبه‌بندی گویه‌های معیار اصلی وضعیت زیرساخت‌های معدن در تعیین حق انتفاع معادن

Table 14: Ranking of indicators related to the main criterion of mine infrastructure conditions in determining mining usufruct rights

درجه اهمیت گویه (%)							عامل مؤثر	گویه‌های مورد بررسی
مد	میان	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	رتبه		
5	5	0.710	4.47	2	6.1	91.8	موقعیت جغرافیایی معدن	وضعیت زیرساخت‌های معدن
4	4	0.731	4.08	4.1	10.2	85.7	وجود زیرساخت‌ها	وجود ساختمان‌ها و تأسیسات
4	4	0.658	3.67	2	36.7	61.3	تأسیسات	مسائل اجتماعی
3	3	0.625	33.3	8.2	51	40.8	مسائل اجتماعی	

جدول ۱۵: رتبه‌بندی گویه‌های معیار اصلی ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها در تعیین حق انتفاع معادن

Table 15: Ranking of indicators related to the main criterion of risks and uncertainties in determining mining usufruct rights

درجه اهمیت گویه (%)							عامل مؤثر	گویه‌های مورد بررسی
مد	میان	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	میانگین	رتبه		
5	5	0.684	4.50	-	10.2	87.8	عدم قطعیت در عیار ماده	ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها
4	4	0.857	4.12	6.1	12.2	81.6	ریسک فنی معدن‌کاری	ریسک‌های مالی
4	4	0.763	4.04	2	20.4	77.6	ریسک‌های مالی معدن‌کاری	

3	4	0.971	3.72	8.2	36.7	51	ریسک‌های ایمنی معدن‌کاری
3	3	0.949	3.31	18.3	38.8	40.8	ریسک‌های زیست محیطی معدن‌کاری

جدول ۱۶: رتبه‌بندی گویه‌های معیار اصلی سوابق فعالیت‌های معدن و مباحث حقوقی و قانونی در تعیین حق انتفاع معادن
Table 16: Ranking of indicators related to the main criterion of mining activity history and legal issues in determining mining usufruct rights

درجه اهمیت گویه (%)							عامل مؤثر
مد	میان	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	متوسط	حداقل	
5	4	0.895	4.10	2	28.6	69.4	فعال بودن معدن
4	4	0.884	3.73	6.1	30.6	63.3	وجود سینه‌کار فعال
4	4	0.953	3.73	8.1	30.6	61.2	نوع قراردادهای بهره برداری
4	4	0.911	3.59	12.2	26.5	61.2	سوابق بهره‌برداری
4	4	0.709	3.55	6.1	38.8	55.1	آیین‌نامه‌های دولتی
3	3	1.08	3.29	8.2	38.8	42.8	وجود مواد معدنی

جدول ۱۷: رتبه‌بندی گویه‌های معیار اصلی ملاحظات زیست محیطی در تعیین حق انتفاع معادن
Table 17: Ranking of indicators related to the main criterion of environmental considerations in determining mining usufruct rights

درجه اهمیت گویه (%)							عامل مؤثر
مد	میان	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	متوسط	حداقل	
4	4	1.085	3.73	12.3	22.4	65.3	هزینه‌های بازسازی
4	3	1.058	3.16	32.7	22.4	44.9	تأثیر خسارت به محیط زیست
3	3	1.123	3.22	24.5	32.7	32.8	ریسک زیست محیطی
3	3	1.145	2.98	34.7	32.7	32.6	رعایت مقررات زیست محیطی

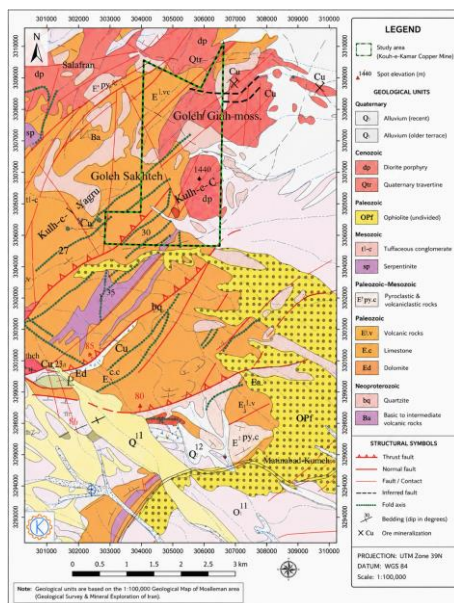
جدول ۱۸: رتبه‌بندی گویه‌های معیار دلایل ارزیابی و قیمت‌گذاری معدن در تعیین حق انتفاع معادن
Table 18: Ranking of indicators related to the valuation and pricing objectives of the mine in determining mining usufruct rights

درجه اهمیت گویه (%)							عامل مؤثر
مد	میان	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	متوسط	حداقل	
4	3	1.166	3.04	30.6	28.6	38.8	دلایل ارزیابی و قیمت‌گذاری

		دلایل ارزیابی برند،					
3	3	1.171	3.10	28.6	32.7	36.7	حسابداری و معاملات
3	3	1.110	2.96	28.5	40.8	28.6	دلایل ارزیابی، سهم شرکا و سهامداران

نزدیک‌ترین سکونتگاه به محدوده معدن، روستای طرود با جمعیتی بالغ بر ۲۵۰۰ نفر است که بخش قابل توجهی از ساکنان آن در فعالیتهای معدنی منطقه اشتغال داشته و از دانش و تجربه نسبی در حوزه معدن‌کاری برخوردارند. این موضوع موجب شده است تا بخش عمده‌ای از نیازهای نیروی انسانی و برخی ملزومات عملیاتی معدن از این منطقه تأمین گردد. همچنین، معادن فعال در منطقه در چارچوب مسئولیتهای اجتماعی خود، اقدام به ارائه خدمات عمرانی به این روستا نموده‌اند که این امر می‌تواند در بهبود شرایط زیرساختی و پایداری فعالیتهای معدنی نقش مؤثری ایفا نماید. بر اساس مختصات مندرج در آخرین پروانه بهره‌برداری صادره از سوی سازمان صنعت، معدن و تجارت استان به شماره ۱۲۳/۳۱۲۲۰ مورخ ۱۴۰۱/۰۷/۱۰، محدوده معدن مس کوه کمر در قالب یک هفت‌ضلعی به مساحت حدود ۱۰/۴۴۴ کیلومتر مربع تعیین شده است. مدت اعتبار این پروانه از تاریخ صدور به مدت ۱۴ سال بوده و در زمان انجام این پژوهش، دارای اعتبار قانونی می‌باشد که این امر از منظر پایداری حقوق بهره‌برداری و اطمینان سرمایه‌گذاری حائز اهمیت است. بررسی سوابق فعالیتهای معدنی در این محدوده نشان می‌دهد که فرآیند توسعه معدن از مرحله اکتشاف تا بهره‌برداری به صورت مستمر طی شده است. در این راستا، گواهی کشف به شماره ۱۲۱۱۵ در تاریخ ۱۳۹۲/۰۵/۱۳ توسط اداره کل صنعت، معدن و تجارت استان صادر شده و متعاقب آن، نخستین پروانه بهره‌برداری به شماره ۲۰۲۲۲ در تاریخ ۱۳۹۳/۰۸/۲۶ اخذ گردیده است. همچنین، در تاریخ ۱۳۹۷/۰۴/۰۷ بهره‌بردار معدن بر اساس سند صلح رسمی به شرکت مس کوه کمر منتقل شده است. در ادامه، پروانه بهره‌برداری معدن در تاریخ ۱۴۰۱/۰۷/۱۰ به شماره

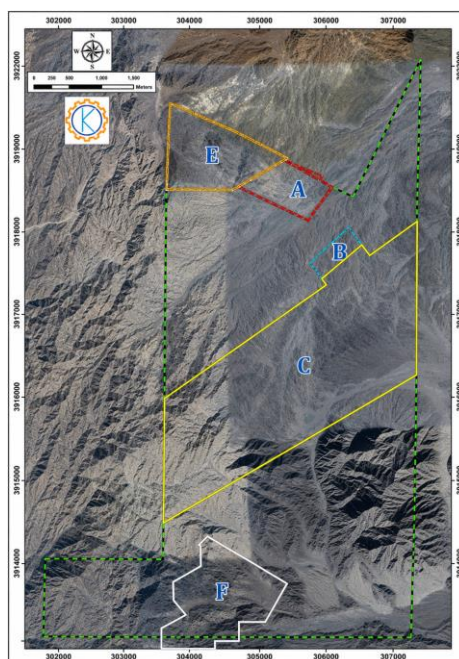
۱۲۳/۱۰۱۲۲ تمدید گردیده که بر اساس آن، میزان ذخیره قطعی برابر با ۶۰۰,۰۰۰ تن، ذخیره احتمالی ۹۰۰,۰۰۰ تن و ظرفیت استخراج سالیانه ۵۰,۰۰۰ تن تعیین شده است. کانسنگ این معدن از نوع مس اکسیدی با کد آیسیک ۰/۷۵۱۲۴۰۰ بوده و دارای عیار متوسط حدود ۰/۷۵ درصد بر پایه عیار حد ۰/۰۱ درصد می‌باشد. محدوده معدن کوه کمر از نظر زمین‌شناسی ساختاری، در پهنه ایران مرکزی و در بخش شمالی این زون قرار دارد و در چارچوب واحد تکتونو-رسوبی ایران مرکزی، در مجاورت بخش مرکزی ماگمایی واقع شده است. این منطقه در حد فاصل دو گسل اصلی تروود و انجیلو و در حاشیه شمالی فروافتادگی کویر مرکزی قرار گرفته و به‌طور کلی بخشی از نوار ماگمایی چاه‌شیرین - تروود محسوب می‌شود که از دیدگاه پتانسیل کانه‌زایی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از نظر زمین‌شناسی اقتصادی، محدوده مورد مطالعه در امتداد گسل‌های کانه‌دار و در سنگ‌های آتشفشانی با منشأ توف‌های سیلیسی رخنمون یافته قرار دارد. شواهد موجود نشان می‌دهد که کانه‌زایی مس در این منطقه عمدتاً در اثر نفوذ محلول‌های گرمابی و در پی آن، توسعه دگرسانی‌های آرژیلیتی و سیلیسی شکل گرفته است. این دگرسانی‌ها به‌طور مستقیم با زون‌های کانی‌سازی مس مرتبط بوده و در محدوده معدن و نواحی پیرامونی آن گسترش یافته‌اند. زون‌های دگرسان‌شده در این منطقه عمدتاً با رنگ‌های سفید تا زرد قابل تشخیص بوده و حضور اکسیدهای آهن، به‌ویژه کانی‌های لیمونیت و گوتیت، به‌عنوان شاخص‌های اکسیداسیون در آن‌ها مشاهده می‌شود (شکل ۶). این ویژگی‌ها بیانگر شرایط مناسب برای تمرکز کانه‌زایی و در نتیجه، افزایش پتانسیل اقتصادی ذخیره معدنی است که در فرآیند ارزش‌گذاری معدن نقش مؤثری ایفا می‌کند.



شکل ۶: موقعیت محدوده معدن کوه کمر در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ منطقه معلمان (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور)
Fig. 6: Location of the Kouh-Kamar Mine area on the 1:100,000 geological map of the Moalleman region (Geological Survey of Iran)

این زون‌ها به صورت هم‌زمان در چرخه بهره‌برداری قرار داشته و بیانگر فعال بودن معدن و تداوم عملیات استخراج در محدوده مورد مطالعه هستند.

بر اساس بازدید میدانی انجام شده، محدوده معدن مس کوه کمر، همان‌گونه که در شکل ۷ نشان داده شده است، شامل شش زون استخراجی-اکتشافی با عناوین A تا F می‌باشد.



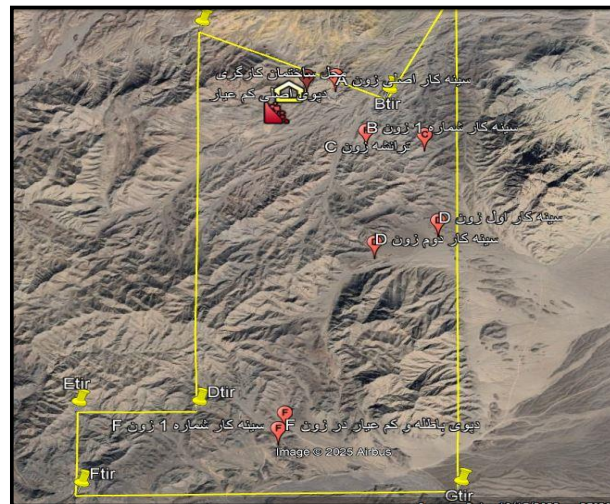
شکل ۷: محدوده معدن کوه کمر و موقعیت زون‌های اکتشافی و استخراج مشخص شده
Fig. 7: Kouh-Kamar Mine area and the location of the identified exploration and extraction zones

تجهیزات مکانیزه انجام می‌شود. انتخاب این روش استخراج، با توجه به شرایط زمین‌شناسی، عمق کم ذخیره و پراکندگی کانه‌زایی، از نظر فنی و اقتصادی توجیه‌پذیر

روش استخراج در این معدن از نوع روباز بوده و عملیات استخراج از طریق حفاری (چال‌زنی) و آتشباری، و سپس بارگیری با استفاده از ماشین‌آلاتی نظیر بیل مکانیکی و

استخراجی یا اکتشافی می‌باشند (شکل ۸)، که در این میان، زون A از نظر وسعت و تمرکز فعالیت‌های استخراجی، از اهمیت بیشتری برخوردار است. در مجموع، ۳۸ سینه کار حاوی کانسنگ مس اکسیدی و سولفیدی با ابعاد، عیار و شرایط استخراجی متفاوت در زون‌های مختلف این معدن شناسایی گردیده است که بیانگر تنوع و گستردگی کانه‌زایی در محدوده مورد مطالعه می‌باشد.

می‌باشد. از منظر ارزش گذاری، فعال بودن معدن، تعدد زون‌های استخراجی و استفاده از روش استخراج روباز، نقش مهمی در کاهش هزینه‌های استخراج، افزایش بهره‌وری و در نهایت بهبود شاخص‌های اقتصادی معدن دارد که این عوامل به‌طور مستقیم در تعیین ارزش حق انتفاع مؤثر هستند. بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که هر یک از زون‌های استخراجی معدن، شامل چندین سینه کار



شکل ۸: موقعیت سینه کارها و دیوهای موجود در محدوده معدن کوه کمر
Fig. 8: Location of mine faces and stockpiles within the Kouh-Kamar Mine area

تاریخ ۱۴۰۱/۰۷/۱۰ و بر اساس گزارش‌های اخذ شده از واحد مالی شرکت، میزان استخراج کانسنگ مس اکسیدی در بازه زمانی مهرماه ۱۴۰۱ تا پایان فروردین‌ماه ۱۴۰۴، در مجموع برابر با ۱۴۶,۲۰۵ تن گزارش شده است. از سوی دیگر، با توجه به ماهیت ذخایر احتمالی و سطح اطمینان آن‌ها که معمولاً در بازه ۵۰ تا ۷۰ درصد قرار دارد، در این پژوهش با توجه به میزان اطلاعات موجود، ضریب اطمینان ۶۵ درصد برای این نوع ذخایر در نظر گرفته شده است. علاوه بر این، به منظور لحاظ نمودن تلفات استخراج و عملیات معدن کاری، حدود ۱۰ درصد از کل ذخیره به‌عنوان افت استخراج در محاسبات منظور گردیده است. بر این اساس، با اعمال ضرایب فوق و کسر میزان استخراج انجام شده، برآورد حداقل ذخیره باقی‌مانده قابل استخراج معدن بر مبنای اطلاعات موجود، در زیر ارائه شده است. این مقدار به عنوان یکی از ورودی‌های کلیدی در محاسبه ارزش حق انتفاع معدن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ذخیره قطعی (بر حسب تن)
600000

هم‌چنین، وجود دو انباشتگاه (دپو) بزرگ برای ذخیره‌سازی مواد معدنی استخراج شده و باطله‌ها، نشان‌دهنده سازمان‌یافتگی عملیات استخراج و مدیریت مناسب مواد در این معدن است. این ویژگی‌ها از منظر فنی و اقتصادی حائز اهمیت بوده و می‌توانند در کاهش هزینه‌های عملیاتی، بهینه‌سازی فرآیند تولید و افزایش بهره‌وری نقش مؤثری ایفا نمایند. در مجموع، تعدد سینه کارها، تنوع نوع کانسنگ (اکسیدی و سولفیدی) و وجود زیرساخت‌های مناسب انباشت مواد، از جمله عواملی هستند که در فرآیند ارزش گذاری معدن، به‌ویژه در تعیین ضریب تعدیل F، تأثیرگذار بوده و به بهبود برآورد ارزش حق انتفاع کمک می‌نمایند.

تحلیل اقتصادی حق انتفاع معدن

همان‌گونه که در بخش‌های پیشین اشاره شد، بر اساس اطلاعات مندرج در پروانه بهره‌برداری، میزان ذخیره معدن مس کوه کمر شامل ۶۰۰,۰۰۰ تن ذخیره قطعی و ۹۰۰,۰۰۰ تن ذخیره احتمالی کانسنگ مس اکسیدی برآورد شده است. با توجه به تمديد پروانه بهره‌برداری در

ذخیره احتمالی (بر حسب تن)

$$900000 \times 0.65 = 585000$$

ذخیره قابل استخراج (بر حسب تن)

$$(600000 + 585000) \times 0.9 = 1066500$$

ذخیره قابل استخراج باقیمانده (بر حسب تن)

$$1066500 - 146250 = 920250$$

عمر باقیمانده معدن (بر حسب سال)

$$920250 \div 50000 = 18.4$$

بر این اساس، با توجه به برآورد ذخیره قابل بهره‌برداری باقی‌مانده و در نظر گرفتن تمدید پروانه بهره‌برداری در تاریخ ۱۴۰۱/۰۷/۱۰، در صورت عدم وجود موانع قانونی و با فرض تمدید مجدد پروانه توسط مراجع ذی‌صلاح، عمر باقیمانده معدن حداقل حدود ۱۸/۴ سال برآورد می‌گردد. این شاخص، به‌عنوان یکی از پارامترهای کلیدی در تحلیل اقتصادی و محاسبه ارزش حق انتفاع معدن، نقش تعیین‌کننده‌ای در برآورد جریان‌های نقدی آتی دارد. لازم به ذکر است که با توجه به تداوم عملیات اکتشاف هم‌زمان با استخراج در زون‌های A و F و در دست اقدام بودن گزارش‌های اکتشاف، انتظار می‌رود میزان ذخایر قطعی و احتمالی معدن در آینده افزایش یابد. این موضوع نشان‌دهنده وجود پتانسیل توسعه ذخیره و در نتیجه، افزایش عمر معدن و بهبود شاخص‌های اقتصادی آن است که می‌تواند به‌عنوان یک عامل مثبت در فرآیند ارزش‌گذاری در نظر گرفته شود. به‌منظور محاسبه سود خالص ماده معدنی، به‌عنوان یکی از متغیرهای کلیدی در تعیین حق انتفاع پروانه بهره‌برداری، لازم است ابتدا میانگین قیمت ماده معدنی و به‌تبع آن، میانگین سود خالص حاصل از تولید تعیین گردد. این شاخص نقش اساسی در برآورد ارزش اقتصادی معدن و تحلیل جریان‌های نقدی ایفا می‌نماید. بر این اساس، با توجه به بررسی‌های انجام شده و ارزیابی قیمت مواد معدنی مشابه در بازار، ارزش هر تن کانسنگ مس اکسیدی با عیار متوسط ۰/۷۵ درصد، بر مبنای روش مس محتوا و با در نظر گرفتن ضریب بازیابی ۸۰ درصد، به شرح زیر محاسبه گردیده است. در این روش، ارزش کانسنگ تابعی از میزان فلز قابل استحصال بوده و به‌طور مستقیم به عیار، ضریب بازیابی و قیمت جهانی فلز وابسته می‌باشد.

میزان مس (بر حسب تن)

$$50000 \times 0.0075 \times 0.8 = 300$$

با توجه به این‌که قیمت مس به‌عنوان یکی از فلزات اساسی، تابعی از بازارهای جهانی بوده و بر اساس قیمت‌های بین‌المللی تعیین می‌گردد، در این پژوهش به‌منظور برآورد ارزش فروش، از میانگین قیمت‌های جهانی این فلز استفاده شده است. بر این اساس، با بررسی منابع معتبر بین‌المللی و استناد به قیمت‌های بورس فلزات لندن (LME)، میانگین قیمت مس در بازه یک‌ماهه منتهی به زمان انجام تحقیق (سال ۲۰۲۵ میلادی)، حدود ۹۴۰۰ دلار به ازای هر تن برآورد گردید. همچنین، با در نظر گرفتن نرخ میانگین ارز معادل ۷۸۰،۰۰۰ ریال به ازای هر دلار، امکان تبدیل ارزش دلاری به واحد پول داخلی فراهم گردید. بر این مبنای، درآمد حاصل از فروش مس در معدن مورد مطالعه، با فرض تولید محصول نهایی به‌صورت مس کاتدی حاصل از فرآوری به روش لیچینگ در کارخانه شرکت مس کوه کمر، محاسبه شده و برابر است با:

$$(ریال) \quad 9400 \times 300 \times 780000 = 2199600000000$$

با در نظر گرفتن ظرفیت تولید سالیانه ۵۰،۰۰۰ تن کانسنگ در معدن مورد مطالعه و بر مبنای مفروضات ارائه شده در خصوص قیمت جهانی مس، نرخ ارز، عیار متوسط و ضریب بازیابی، ارزش هر تن کانسنگ مس اکسیدی با عیار ۰/۷۵ درصد، با هدف تولید مس کاتدی در کارخانه فرآوری، معادل ۴۳،۹۹۲،۰۰۰ ریال برآورد و تعیین گردید. این مقدار بیانگر ارزش ناخالص کانسنگ بر اساس میزان فلز قابل استحصال بوده و به‌عنوان یکی از پارامترهای کلیدی در محاسبه درآمد کل، سود خالص و در نهایت تعیین ارزش حق انتفاع معدن مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ادامه، با توجه به روش استخراج روباز و با لحاظ نمودن کلیه مؤلفه‌های هزینه‌ای مرتبط با عملیات معدن‌کاری، برآورد هزینه تولید انجام شده است. در این راستا، هزینه‌های استخراج، نیروی انسانی، نگهداری و تعمیرات تجهیزات، حمل‌ونقل، و نیز کسورات قانونی شامل مالیات و حقوق دولتی، به‌همراه هزینه‌های مرتبط با باطله‌برداری، دپوسازی و آماده‌سازی، با در نظر گرفتن نسبت کانسنگ به باطله، در محاسبات لحاظ گردیده‌اند. همچنین، با توجه به فرآوری کانسنگ و تولید محصول نهایی به صورت مس کاتدی در کارخانه فرآوری شرکت، کلیه هزینه‌ها در چارچوب زنجیره تولید مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. بر این اساس، هزینه تولید هر تن کانسنگ مس اکسیدی با عیار متوسط ۰/۷۵ درصد

اعمال مدل پیشنهادی به مقدار ۰/۴۷، به شرح زیر تعدیل گردیده است. این کاهش بیانگر تأثیر لحاظ نمودن عوامل تکمیلی و واقع بینانه تر در فرآیند ارزش گذاری بوده و نقش آن در برآورد دقیق تر ارزش حق انتفاع معادن قابل توجه است.

حداقل نرخ بازگشت سرمایه مورد انتظار معادن

$$0.25 = T$$

$$0.25 + 1 = 1.25 = +1 T = R$$

مدت باقیمانده دوره بهره برداری (سال) مشروط به تمدید

$$= 18.4 n \quad \text{پروانه}$$

میانگین سودآوری خالص سالیانه (هزار ریال)

$$1174600000 Q =$$

$$F = 0.47 \quad \text{فاکتور تعدیل}$$

بر اساس محاسبات انجام شده و با در نظر گرفتن میزان ذخیره قابل بهره برداری در سنوات باقی مانده از عمر پروانه بهره برداری، که معادل ۱۸/۴ سال (مشروط به تمدید پروانه توسط مراجع ذیصلاح) برآورد گردیده است، ارزش حق انتفاع معادن مس کوه کمر از معادله ۱ تعیین شد. در این برآورد، با فرض تولید محصول نهایی به صورت مس کاتدی و بر مبنای قیمت های جاری، کلیه پارامترهای فنی، اقتصادی و ضریب تعدیل اصلاح شده F لحاظ گردیده اند. نتایج نشان می دهد که ارزش حق انتفاع این معادن، در شرایط فعلی و با مفروضات ارائه شده، معادل ۲,۴۳۵,۹۹۱,۱۹۴,۰۰۰ ریال برآورد و تعیین می گردد. این مقدار بیانگر ارزش اقتصادی قابل انتساب به بهره برداری از ذخیره معدنی در دوره باقیمانده بوده و می تواند به عنوان مبنایی برای تصمیم گیری های مدیریتی، سرمایه گذاری و سیاست گذاری در بخش معادن مورد استفاده قرار گیرد. در ادامه، به منظور تعیین ارزش روز معادن، لازم است سایر دارایی های مرتبط با معدن که قابلیت انتزاع از آن را ندارند نیز مورد ارزیابی قرار گیرند. این دارایی ها شامل زیرساخت ها، تأسیسات، راه های دسترسی، سینه کارها و دپوهای مواد معدنی می باشند که نقش مهمی در ارزش اقتصادی کل معدن ایفا می کنند. بر این اساس، اجزای مذکور به شرح زیر مورد بررسی و ارزش گذاری قرار گرفتند: الف) ارزش گذاری سینه کارهای استخراجی: بر اساس بررسی های میدانی، معدن مورد مطالعه دارای ۳۸ سینه کار فعال در زون های مختلف می باشد که همگی حاوی ماده معدنی بوده و قابلیت استخراج دارند. با توجه به این که مکان یابی، گشایش و آماده سازی هر سینه کار مستلزم صرف

(بر اساس مشخصات معدن مورد مطالعه)، به قیمت های جاری، معادل ۲۰,۵۰۰,۰۰۰ ریال برآورد و تعیین گردیده است. این برآورد بر مبنای شرایط واقعی معدن مس کوه کمر، مشخصات فنی و اقتصادی پروژه و فرض فرآوری کانسنگ تا تولید مس کاتدی انجام شده و به عنوان یکی از مؤلفه های اصلی در محاسبه سود خالص و تحلیل اقتصادی معدن مورد استفاده قرار گرفته است. در نتیجه، با توجه به ظرفیت تولید سالیانه ۵۰,۰۰۰ تن کانسنگ، میزان کل هزینه تولید سالیانه معدن مس کوه کمر برابر است با:

$$50000 \times 20500000 = 1025000000000 \quad (\text{ریال})$$

بر این اساس، با توجه به مقادیر برآورد شده برای درآمد حاصل از فروش و هزینه های تولید در معدن مس کوه کمر، سود خالص ناشی از تولید کانسنگ مس اکسیدی با عیار متوسط ۰/۷۵ درصد، به صورت تفاضل درآمد و هزینه های کل محاسبه گردید. نتایج نشان می دهد که سود خالص سالیانه حاصل از تولید، مطابق رابطه زیر، برابر است با:

$$1174600000000 - 1025000000000 = 149600000000 \quad (\text{ریال})$$

بر این مبنای سود خالص حاصل از تولید هر تن کانسنگ مس اکسیدی در این معدن، با فرض تبدیل به محصول نهایی مس کاتدی، معادل ۲۳,۴۹۲,۰۰۰ ریال برآورد گردید. همان گونه که پیش تر اشاره شد، فاکتور تعدیل (ضریب F) حاصل برآیند مجموعه ای از متغیرهای فنی، اقتصادی و مدیریتی در یک محدوده معدنی مشخص است که در روش های مرسوم، عمدتاً بر پایه قضاوت کارشناسی و تجربیات فردی متخصصان محاسبه و اعمال می گردید. این رویکرد، اگرچه مبتنی بر محاسبات فنی است، اما به بسیاری از عوامل تأثیرگذار نظیر ریسک ها، شرایط زیرساختی، ملاحظات اقتصادی و شاخص های محیطی که در این پژوهش مورد شناسایی و تحلیل قرار گرفته اند، توجه کافی ندارد. بر این اساس، در پژوهش حاضر به منظور افزایش دقت و جامعیت در فرآیند ارزش گذاری، علاوه بر عوامل متداول، مجموعه ای از معیارها و زیرمعیارهای جدید استخراج شده از نظرات خبرگان نیز در محاسبه ضریب F لحاظ گردیده است. این رویکرد چندمعیاره، منجر به بازنگری در مقدار ضریب تعدیل و اصلاح آن بر مبنای شرایط واقعی تر معدن مورد مطالعه شده است. نتایج حاصل نشان می دهد که مقدار ضریب F در معدن مس کوه کمر، در مقایسه با روش تجربی پیشین که برابر با ۰/۵۵ در نظر گرفته می شد، با

شده است. با توجه به نوع مصالح، وضعیت فیزیکی و سال ساخت، ارزش این ابنیه در مجموع معادل ۸۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال برآورد گردید.

د) ارزش گذاری دپوی کانسنگ کم عیار: به منظور برآورد ارزش دپوی کانسنگ کم عیار، ابتدا با استفاده از فناوری پهنپاد، حجم دپوهای موجود در زون های A و F به ترتیب برابر با ۲۳۹۷۷ و ۲۳۲۵ مترمکعب اندازه گیری شد. با در نظر گرفتن وزن مخصوص متوسط ۲/۶ گرم بر سانتی متر مکعب، وزن کل دپوی کانسنگ کم عیار معادل ۶۸۳۸۵ تن محاسبه گردید. بر اساس نتایج آنالیز آزمایشگاهی، عیار مس اکسیدی این دپو برابر با ۰/۳۱ درصد تعیین شد. لذا، میزان مس محتوی قابل استحصال، با فرض ضریب بازیابی ۵۰ درصد، به صورت زیر محاسبه گردید: (تن) $106 = 0.5 \times 68385 \times 0.0031$

با توجه به قیمت جهانی مس در حدود ۹۴۰۰ دلار و نرخ میانگین ارز ۷۸۰,۰۰۰ ریال، و با فرض تولید محصول نهایی به صورت مس کاتدی و کسر هزینه های فرآوری و تولید (با توجه به عیار پایین)، ارزش خالص دپوی مذکور معادل ۳۱۰,۸۷۶,۸۰۰,۰۰۰ ریال برآورد گردید. نتایج حاصل از ارزش گذاری اجزای مختلف معدن در جدول ۱۹ ارائه شده است. بر این اساس، ارزش کل معدن مس کوه کمر، با احتساب ارزش دپوی کانسنگ کم عیار و سایر دارایی های غیرقابل تفکیک، به قیمت های جاری معادل ۲,۵۷۸,۸۸۲,۹۰۰,۰۰۰ ریال برآورد گردید. این مقدار بیانگر ارزش اقتصادی کل معدن در شرایط فعلی بوده و می تواند به عنوان مبنایی برای تصمیم گیری های سرمایه گذاری، ارزیابی طرح های توسعه و سیاست گذاری در بخش معدن مورد استفاده قرار گیرد.

زمان، هزینه و به کارگیری تجهیزات تخصصی است، این سینه کارها به عنوان بخشی از دارایی های ایجاد شده معدن تلقی می شوند. بر این اساس، با در نظر گرفتن ابعاد سینه کارها، میزان عملیات انجام شده و ساعات کارکرد ماشین آلات (مستقل از حجم استخراج)، هزینه میانگین کارشناسی مربوط به انتخاب محل و گشایش اولیه سینه کارهای موجود، به قیمت های جاری معادل ۱۹,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال برآورد گردید.

ب) ارزش گذاری راه های دسترسی: دسترسی به محدوده معدن از طریق راه های عمومی مشترک با سایر معادن و کارخانجات منطقه فراهم بوده که بخشی از آن، به طول تقریبی ۲ کیلومتر، اختصاصی معدن می باشد. علاوه بر این، حدود ۱۲ کیلومتر راه دسترسی داخلی به عرض متوسط ۴ متر، بدون ابنیه فنی، برای دسترسی به سینه کارها احداث شده است. با استناد به تعرفه های اکتشاف مصوب سال ۱۴۰۱ وزارت صنعت، معدن و تجارت و اعمال افزایش ۴۰ درصدی مطابق با ابلاغیه سال ۱۴۰۳ سازمان نظام مهندسی معدن، و با توجه به شرایط توپوگرافی نسبتاً هموار منطقه، هزینه احداث هر کیلومتر جاده معادل ۱۳۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد. همچنین با لحاظ استهلاک و تخریب حدود ۳۰ درصد از مسیرهای موجود و نیاز به مرمت، ارزش فعلی راه های دسترسی معدن به صورت زیر برآورد گردید:

$$(ریال) 1783600000 = 130000000 \times 1.4 \times 0.7$$

ج) ارزش گذاری ساختمان ها: بر اساس بازدید میدانی، در محدوده زون A دو واحد ساختمان کارگری به ابعاد ۳×۵ متر و یک واحد سرویس بهداشتی به ابعاد ۳×۳ متر از جنس بلوک سیمانی با اندود سیمان سفید و سقف ایرانیت احداث

جدول ۱۹: ارزش کل دارایی های معدن مس کوه کمر

Table 19: Total value of the assets of the Kouh-Kamar copper mine

ردیف	موضوع دارایی	ارزش (ریال)
	الف) حق انتفاع پروانه بهره برداری	2246422500000
	ب) سایر دارایی ها غیر منقول	
۱	ارزش ساختمان های موجود	800000000
۲	هزینه احداث سینه کارها	19000000000
۳	ارزش راه دسترسی	1783600000
۴	ارزش دپوی کم عیار مواد معدنی	310876800000
	جمع کل	2578882900000

بحث

در میان معیارهای اصلی مؤثر بر تعیین حق انتفاع معادن، عوامل زمین‌شناسی و وضعیت ذخیره، شاخص‌های اقتصادی، مسائل فنی و بهره‌وری، قضاوت مهندسی و تجربه، وضعیت زیرساخت‌های معدن، ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها، سوابق فعالیت‌های معدنی و مباحث حقوقی و قانونی، ملاحظات زیست‌محیطی و در نهایت دلایل ارزیابی و قیمت‌گذاری، به ترتیب اولویت و اهمیت رتبه‌بندی شدند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که معیار زمین‌شناسی و وضعیت ذخیره در میان نه معیار اصلی، بیشترین وزن و اهمیت نسبی را به خود اختصاص داده و به‌عنوان مهم‌ترین عامل در تعیین حق انتفاع معادن شناخته می‌شود. این نتیجه منطقی است، زیرا ماهیت هر معدن در وهله نخست به کمیت و کیفیت ذخایر آن وابسته بوده و هرگونه ارزش‌گذاری اقتصادی بدون اتکا به ویژگی‌های زمین‌شناسی فاقد اعتبار خواهد بود. به‌طور کلی، شاخص‌های کیفی و کمی ذخیره معدنی، بنیان اصلی محاسبه حق انتفاع را تشکیل می‌دهند و اهمیت بالایی این معیار نشان می‌دهد که هر مدل ارزش‌گذاری بدون لحاظ دقیق پارامترهای زمین‌شناسی کامل نخواهد بود. از دیدگاه خبرگان نیز زمین‌شناسی و ذخیره، ستون فقرات فرآیند تعیین حق انتفاع محسوب شده و سایر عوامل اقتصادی، فنی و حقوقی در مراحل بعدی اهمیت می‌یابند. پس از عوامل زمین‌شناسی، شاخص‌های اقتصادی دومین معیار کلیدی در تعیین حق انتفاع معادن هستند. اهمیت این معیار به دلیل تأثیر مستقیم آن بر جریان نقدی، نرخ بازگشت سرمایه و جذابیت اقتصادی پروژه‌های معدنی است. حتی در شرایطی که ذخایر معدنی از نظر زمین‌شناسی مناسب باشند، ضعف در شاخص‌های اقتصادی می‌تواند کل پروژه را غیر اقتصادی کرده و ارزش حق انتفاع را کاهش دهد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که این معیار، ستون دوم در فرآیند ارزش‌گذاری حق انتفاع است. از دیدگاه خبرگان، کمبود شاخص‌های کلان اقتصادی، هزینه‌های بالای انرژی، حمل‌ونقل و نوسانات قیمت، می‌تواند به شدت ارزش حق انتفاع را تحت تأثیر قرار دهد. بر این اساس، سیاست‌گذاری مؤثر در حوزه اقتصاد کلان و کاهش هزینه‌های زیرساختی و قانونی، نقش حیاتی در افزایش جذابیت سرمایه‌گذاری معدنی و ارتقای ارزش حق انتفاع ایفا می‌کند. مسائل فنی

و بهره‌وری به‌عنوان سومین معیار اصلی، نقش تعیین‌کننده‌ای در سودآوری و در نتیجه ارزش حق انتفاع معادن دارند. حتی در شرایطی که ذخایر معدنی از نظر زمین‌شناسی و اقتصادی مناسب باشند، ضعف در بهره‌وری یا مشکلات فنی می‌تواند کل پروژه را با ناکارآمدی مواجه کند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که این معیار، از دیدگاه خبرگان وزن قابل توجهی در فرآیند ارزش‌گذاری دارد و به ویژه در معادن ایران، که غالباً با محدودیت‌های فنی و زیرساختی مواجه هستند، اهمیت آن دوچندان است. کارایی پایین، نبود تکنولوژی مناسب یا طرح بهره‌برداری ناکافی، حتی در معادنی با ذخایر غنی، می‌تواند موجب افت ارزش اقتصادی شود. از دیدگاه خبرگان، ارتقای بهره‌وری و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین معدن‌کاری، کلید افزایش ارزش حق انتفاع و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری به شمار می‌آید. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که هرچند قضاوت مهندسی و تجربه کارشناسان نسبت به معیارهای زمین‌شناسی، اقتصادی و فنی در رتبه پایین‌تری قرار دارد، نقش آن در دقت و صحت ارزش‌گذاری غیرقابل انکار است. بسیاری از متغیرهای کمی و کیفی در فرآیند ارزش‌گذاری معادن نیازمند تفسیر و تحلیل کارشناسانه هستند و مطابق استاندارد جهانی (IVS)، قضاوت مهندسی اهمیت بالایی دارد. از این رو، تخصص و صلاحیت افرادی که مسئول ارزیابی و تعیین حق انتفاع هستند، می‌تواند مسیر تصمیم‌گیری را به طور جدی تحت تأثیر قرار دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد که هرچند تجربه و صلاحیت کارشناسان از نظر وزنی در رتبه‌های میانی قرار دارد، اما ضریب اطمینان ارزش‌گذاری وابسته به این عامل است. از دیدگاه خبرگان، حضور کارشناسان مجرب و دارای صلاحیت رسمی، علاوه بر افزایش دقت و صحت محاسبات، موجب تضمین پذیرش اجتماعی و حقوقی نتایج نیز می‌شود. زیرساخت‌های معدن به‌عنوان عوامل پشتیبان و تسهیل‌گر فعالیت‌های معدنی شناخته می‌شوند. اهمیت این معیار از آنجا ناشی می‌شود که وجود یا فقدان زیرساخت‌های مناسب می‌تواند به‌طور مستقیم بر هزینه‌های عملیاتی، زمان‌بندی اجرای پروژه و در نهایت ارزش حق انتفاع تأثیرگذار باشد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که اگرچه این معیار نسبت به عوامل زمین‌شناسی و اقتصادی از وزن کمتری برخوردار است، اما در عمل می‌تواند به‌عنوان عامل تسریع‌کننده یا مانع اصلی

بهره‌برداری اقتصادی ایفای نقش کند. همچنین، موقعیت جغرافیایی و سطح دسترسی به زیرساخت‌ها تأثیر قابل‌توجهی بر هزینه‌های جانبی و جذابیت سرمایه‌گذاری دارند؛ به گونه‌ای که وجود زیرساخت‌های مناسب موجب افزایش ارزش حق انتفاع و در مقابل، نبود آن‌ها منجر به تحمیل هزینه‌های اضافی و کاهش جذابیت اقتصادی می‌شود. از دیدگاه خبرگان، توسعه زیرساخت‌های مناطق معدنی از طریق سیاست‌گذاری مناسب، می‌تواند به‌طور غیرمستقیم در افزایش ارزش حق انتفاع و جذب سرمایه‌گذاران مؤثر باشد. از سوی دیگر، ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها از اجزای جدایی‌ناپذیر فعالیت‌های معدنی محسوب می‌شوند. وجود ریسک‌های فنی، مالی و زیست‌محیطی می‌تواند ارزش اقتصادی معدن را به‌طور قابل‌توجهی کاهش داده و حتی پروژه‌هایی با ذخایر و شاخص‌های اقتصادی مناسب را غیراقتصادی سازد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که این معیار اگرچه از نظر وزنی در جایگاه میانی قرار دارد، اما تأثیر آن بر کاهش ضریب اطمینان سرمایه‌گذاری و تعدیل ارزش حق انتفاع بسیار قابل‌توجه است. در واقع، ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها به‌عنوان عوامل تعدیل‌کننده، بر دقت و قابلیت اتکای محاسبات ارزش‌گذاری اثرگذارند. از دیدگاه خبرگان، مدیریت مؤثر ریسک‌های فنی، مالی، ایمنی و زیست‌محیطی، از الزامات اساسی برای افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران و تثبیت ارزش حق انتفاع معادن به شمار می‌آید. فعالیت‌های معدنی همواره در چارچوبی از قوانین، مقررات و سوابق اجرایی شکل می‌گیرند. از این‌رو، ارزش‌گذاری حق انتفاع نه تنها تابعی از شرایط زمین‌شناسی، اقتصادی و فنی است، بلکه به‌طور مستقیم تحت تأثیر چارچوب‌های حقوقی و پیشینه فعالیت‌های معدنی نیز قرار دارد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که این معیار، با وجود قرارگیری در جایگاه میانی از نظر وزن، نقشی اساسی در ایجاد اعتماد حقوقی و ثبات قراردادهای معدنی ایفا می‌کند. همچنین، چارچوب‌های حقوقی و سوابق عملکرد بهره‌برداران، بستر اصلی اعتمادسازی در پروژه‌های معدنی محسوب می‌شوند. هرچند این معیار از نظر وزنی در رتبه‌های بالا قرار ندارد، اما در عمل تضمین‌کننده پایداری قراردادهای تداوم جریان‌های نقدی است. از دیدگاه خبرگان، برخورداری از مجوزهای معتبر، سوابق مالی شفاف و انطباق

با قوانین داخلی و بین‌المللی، از الزامات اساسی برای افزایش ارزش حق انتفاع معادن به شمار می‌آید. از طرفی، فعالیت‌های معدنی همواره آثار قابل‌توجهی بر محیط‌زیست بر جای می‌گذارند و نادیده گرفتن این پیامدها می‌تواند علاوه بر ایجاد خسارات جبران‌ناپذیر به منابع طبیعی، تبعات حقوقی، اجتماعی و اقتصادی قابل‌توجهی برای بهره‌بردار و دولت به همراه داشته باشد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که معیار ملاحظات زیست‌محیطی، اگرچه در رتبه‌های پایانی میان معیارهای اصلی قرار دارد، اما از منظر پایداری پروژه‌های معدنی و مقبولیت اجتماعی آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. یافته‌ها بیانگر آن است که این معیار به‌عنوان عاملی غیرمستقیم اما اثرگذار، در ارزش‌گذاری حق انتفاع نقش دارد. رعایت استانداردهای زیست‌محیطی، مدیریت پسماند و بازسازی محیط، می‌تواند ریسک‌های حقوقی و اجتماعی را کاهش داده و در نتیجه ارزش اقتصادی معدن را افزایش دهد. از دیدگاه خبرگان، بی‌توجهی به این ملاحظات نه تنها منجر به کاهش ارزش حق انتفاع می‌شود، بلکه می‌تواند پایداری کل پروژه را با تهدید جدی مواجه سازد. ارزیابی و قیمت‌گذاری معدن، فرآیندی هدف‌محور است که بسته به مقصود ارزیابی، می‌تواند به نتایج متفاوتی منجر شود. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که این معیار، اگرچه در میان معیارهای اصلی کمترین وزن نسبی را دارد، اما از منظر تعیین جهت‌گیری و چارچوب تحلیل ارزش حق انتفاع، نقشی بنیادین ایفا می‌کند. در واقع، هدف ارزیابی مشخص می‌سازد که کدام فرضیات، روش‌ها و پارامترها در فرآیند ارزش‌گذاری مورد توجه قرار گیرند. به بیان دیگر، با وجود جایگاه پایین در رتبه‌بندی اوزان، این معیار نقطه آغاز و عامل جهت‌دهنده کل فرآیند ارزش‌گذاری محسوب می‌شود. تعیین هدف ارزیابی، نوع روش مورد استفاده، سطح جزئیات تحلیل و میزان حساسیت به ریسک را مشخص می‌سازد. از دیدگاه خبرگان، شفاف‌سازی دلایل ارزیابی، شرط لازم برای اعتبار محاسبات و پذیرش نتایج توسط ذی‌نفعان است. نتایج مربوط به معیارهای فرعی نیز نشان می‌دهد که در هر یک از معیارهای اصلی، برخی مؤلفه‌ها نقش برجسته‌تری در تعیین حق انتفاع ایفا می‌کنند. در میان عوامل زمین‌شناسی و وضعیت ذخیره، عیار ماده معدنی و میزان ذخیره قطعی بیش‌ترین اهمیت را دارند، در حالی که سایر مؤلفه‌ها نظیر

واقع‌بینانه‌تر از ارزش حق انتفاع منجر می‌گردد. بر این اساس، استفاده از این رویکرد می‌تواند به بهبود تصمیم‌گیری‌های اقتصادی و افزایش شفافیت در ارزیابی پروژه‌های معدنی کمک نماید.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، با هدف بهبود دقت و شفافیت در فرآیند ارزش‌گذاری حق انتفاع معادن، چارچوبی مبتنی بر نظرات خبرگان و رویکرد چندمعیاره ارائه شد. نتایج نشان داد که روش‌های تجربی مرسوم، علی‌رغم کاربرد گسترده، عمدتاً بر عوامل فنی و معدنی تمرکز داشته و سایر ابعاد مهم نظیر ریسک‌ها، عدم قطعیت‌ها، شاخص‌های اقتصادی، زیرساخت‌ها و قضاوت مهندسی را به صورت محدود لحاظ می‌کنند. در مقابل، مدل پیشنهادی با در نظر گرفتن هم‌زمان این عوامل، امکان ارائه برآوردی جامع‌تر و واقع‌بینانه‌تر از ارزش حق انتفاع را فراهم می‌سازد. یافته‌های حاصل از نظرسنجی خبرگان نشان داد که معیارهای زمین‌شناسی و وضعیت ذخیره و شاخص‌های اقتصادی بیشترین اهمیت را در تعیین ارزش حق انتفاع دارند، در حالی که معیارهایی نظیر ریسک‌ها، زیرساخت‌ها و قضاوت مهندسی نیز نقش قابل توجهی در تعدیل نتایج ایفا می‌کنند. این نتایج بیانگر ماهیت چندبعدی فرآیند ارزش‌گذاری معادن بوده و ضرورت استفاده از چارچوب‌های تحلیلی جامع را تأیید می‌نماید. در مطالعه موردی معدن مس کوه کمر، به کارگیری مدل پیشنهادی منجر به تعدیل ضریب F از مقدار $۰/۵۵$ در روش تجربی به $۰/۴۷$ گردید که نشان‌دهنده تأثیر لحاظ نمودن عوامل تکمیلی و واقع‌بینانه‌تر در فرآیند ارزش‌گذاری است. این تغییر، به‌طور مستقیم بر ارزش نهایی حق انتفاع اثرگذار بوده و بیانگر آن است که اتکای صرف به روش‌های سنتی می‌تواند منجر به بیش‌برآورد یا کم‌برآورد ارزش واقعی معادن گردد. به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی، با ترکیب عوامل کمی و کیفی و بهره‌گیری از دانش خبرگان، از دقت، شفافیت و قابلیت اتکای بالاتری نسبت به روش‌های مرسوم برخوردار است. این مدل می‌تواند به‌عنوان ابزاری کارآمد در تصمیم‌گیری‌های اقتصادی، سرمایه‌گذاری و سیاست‌گذاری در بخش معدن مورد استفاده قرار گیرد و زمینه‌ساز تخصیص بهینه منابع و افزایش کارایی در این

ارزش اقتصادی بلوک‌ها، ترقیق، میزان استخراج سالیانه و ذخیره احتمالی در سطوح بعدی قرار می‌گیرند. در بخش شاخص‌های اقتصادی نیز، شاخص‌های کلان اقتصادی، قیمت تمام‌شده و ثبات قیمتی به‌عنوان عوامل غالب شناخته شده و سایر هزینه‌ها از جمله حمل‌ونقل، انرژی، هزینه‌های قانونی و نیروی انسانی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در حوزه مسائل فنی و بهره‌وری، نسبت باطله به ماده معدنی و روند آزادسازی کانه با ارزش، بیش‌ترین تأثیر را داشته و سایر مؤلفه‌ها از جمله روش استخراج، طرح بهره‌برداری و سطح فناوری در مراتب بعدی اهمیت قرار می‌گیرند. در معیار قضاوت مهندسی نیز، تجربه و قضاوت کارشناسان نسبت به صلاحیت رسمی آن‌ها اهمیت بیشتری نشان داده است. در بخش زیرساخت‌ها، موقعیت جغرافیایی و دسترسی به زیرساخت‌های پایه نظیر جاده، برق و آب در اولویت قرار دارند، در حالی که سایر عوامل در درجات بعدی اهمیت هستند. همچنین، در میان ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها، عدم قطعیت در عیار و ریسک فنی بیش‌ترین اهمیت را داشته و سایر ریسک‌ها در سطوح پایین‌تر قرار می‌گیرند. در حوزه سوابق فعالیت و مباحث حقوقی، فعال بودن معدن و وجود جبهه‌های کاری به‌عنوان مهم‌ترین عوامل شناسایی شده و سایر مؤلفه‌ها از جمله نوع قراردادهای و الزامات قانونی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در بخش ملاحظات زیست‌محیطی، هزینه‌های بازسازی و میزان خسارت وارده به محیط‌زیست بیش‌ترین اهمیت را داشته و سایر عوامل زیست‌محیطی در سطوح بعدی قرار می‌گیرند. در نهایت، در معیار دلایل ارزیابی، هدف ارزیابی نظیر مزایده یا مصادره بیش‌ترین تأثیر را داشته و سایر اهداف در رتبه‌های بعدی اهمیت قرار دارند. در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ارزش‌گذاری حق انتفاع معادن فرآیندی چندبعدی است که در آن، عوامل زمین‌شناسی و وضعیت ذخیره به‌عنوان مهم‌ترین مؤلفه، در کنار شاخص‌های اقتصادی و مسائل فنی، نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کنند. همچنین، توجه هم‌زمان به عوامل کیفی نظیر قضاوت مهندسی، ریسک‌ها، زیرساخت‌ها و ملاحظات زیست‌محیطی، موجب افزایش دقت و قابلیت اتکای فرآیند ارزش‌گذاری می‌شود. مدل پیشنهادی با بهره‌گیری از رویکرد چندمعیاره و نظرات خبرگان، امکان در نظر گرفتن جامع این عوامل را فراهم نموده و به ارائه برآوردی

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، مدل ارائه شده در معادن مختلف و با شرایط زمین‌شناسی و اقتصادی متفاوت مورد آزمون قرار گیرد و با بهره‌گیری از روش‌های پیشرفته‌تر تصمیم‌گیری، نظیر تکنیک‌های ترکیبی یا تحلیل‌های عدم قطعیت، توسعه یابد.

سیاسگزاری

نویسنده این مقاله از هیچ سازمان یا ارگانی کمک مالی دریافت نکرده است.

بخش شود. در حوزه کاربردی، پیشنهاد می‌شود که نهادهای سیاست‌گذار و متولیان بخش معدن، در بازنگری دستورالعمل‌های محاسبه حق انتفاع، از رویکردهای چندمعیاره و مبتنی بر خبرگان بهره‌گیری نمایند تا فرآیند ارزش‌گذاری از شفافیت و عدالت بیشتری برخوردار گردد. همچنین، توسعه پایگاه‌های داده جامع و به‌روز از اطلاعات فنی و اقتصادی معادن، می‌تواند به بهبود دقت مدل‌های ارزش‌گذاری کمک نماید. در نهایت، با توجه به محدودیت‌های این پژوهش، از جمله وابستگی به نظرات خبرگان و محدود بودن مطالعه موردی به یک معدن،

References

- Ali, M.A. and Rafique, Q., 2024. Strategic integration of real options for enhanced valuation and optimization in mining project planning under uncertainty: A comprehensive review. *International Journal of Project Management*, v. 6(2), p. 26-50.
- Aminrostamkolae, B., Scroggs, J.S., Borghei, M.S., Safdari-Vaighani, A., Mohammadi, T. and Pourkazemi, M.H., 2017. Valuation of a hypothetical mining project under commodity price and exchange rate uncertainties by using numerical methods. *Resources Policy*, v. 52, p. 296-307.
- Andre, P. and Falk, A., 2021. What's worth knowing? Economists' opinions about economics. University of Bonn Working Paper.
- Anvari, K. and Berndorf, J., 2025. Real time Mining-A review of developments within the last decade. *Mining*, v. 5(3), 38 p.
- Bell, P., 2018. Valuation Simulation for a Net Smelter Return Royalty on a Mining Project. Munich Personal RePEc Archive.
- Chandra, A. and Hartley, P.R., 2024. Sequential investment decisions for mining projects using compound multiple volatility real options approach. *Resources Policy*, v. 97, 105241.
- Dias, M.A.G., 2004. Valuation of exploration and production assets: an overview of real options models. *Journal of petroleum science and engineering*, v. 44(1-2), p. 93-114.
- Guarnera, B.J. and Martin, M.D., 1992. Valuation of mineral properties. *SME Mining Engineering Handbook*, v. 1, p. 219-226.
- Hall, J. and Nicholls, S., 2007. Valuation of mining projects using option pricing techniques. *Jassa*, v. 4, p. 22-29.
- Haque, M.A., Topal, E. and Lilford, E., 2014. A numerical study for a mining project using real options valuation under commodity price uncertainty. *Resources Policy*, v. 39, p. 115-123.
- Heil, P. and Potrafke, N., 2025. The Economic Experts Survey. *Evaluating Global Economic Policy Worldwide*.
- Hellewell, E.G., 1987. Mineral valuation: A selected literature review. *Mining Science and Technology*, v. 5(1), p. 105-108.
- Hwang, C.L. and Yoon, K., 2012. Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey. Springer Science & Business Media.
- Jalali, Z., Ataeipour, M. and Dehghani, H., 2023. Evaluation of Sangan iron ore mining projects under price and operating cost uncertainty considering the mineral stockpiling option. *Mining Engineering Journal*, v. 18(60), p. 33-45 (In Persian).
- Kaiser, C. and Lepinteur, A., 2025. Measuring the unmeasurable? Systematic evidence on scale transformations in subjective survey data. *arXiv*, 2507.16440.
- Kreuzer, O.P. and Etheridge, M.A., 2010. Risk and uncertainty in mineral exploration: implications for valuing mineral exploration properties. *AIG News*, v. 100, p. 20-28.
- Lilford, E.V., 2017. Quantitative impacts of royalties on mineral projects. *Resources Policy*, v. 53, p. 369-377.
- Lilford, E.V. and Minnitt, R., 2002. Methodologies in the valuation of mineral rights. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, v. 102(7), p. 369-384.
- Locatelli, G., Mancini, M. and Lotti, G., 2020. A simple-to-implement real options method for the energy sector. *Energy*, v. 197, 117226.
- Miranda, O. and Brandão, L.E., 2013. A real option model to value an exploration mining project: an application. School of Business. Pontificia Universidade Catolica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Palm, S.K., Pearson, N.D. and Read Jr, J.A., 1987. Option pricing: A new approach to mine valuation. In *Selected Readings in Mineral Economics*, p. 179-192. Pergamon.
- Patton, W., O'Sullivan, R. and Dennett, S., 2025. Optimising an iron ore mining value chain under

- geological uncertainty. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, p. 1-15.
- Raeesi, D., 2015. Presenting a comprehensive model for the valuation of mineral assets for use by organizations, companies, and qualified valuation professionals. Islamic Consultative Assembly Research Center (In Persian).
- Royalties, M., 2026. Mining Royalties A Global Study of Their Impact on Investors, Government, and Civil Society. The World Bank.
- Saaty, R.W., 1987. The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical modelling*, v. 9(3-5), p. 161-176.
- Savolainen, J., 2016. Real options in metal mining project valuation: Review of literature. *Resources Policy*, v. 50, p. 49-65.
- Suárez-García, A., Álvarez-Hernández, M., Arce, E. and Ribas, J.R., 2024. Exploring the efficacy of binary surveys versus likert scales in assessing student perspectives using bayesian analysis. *Applied Sciences*, v. 14(10), 4189.
- Westland, J.C., 2022. Information loss and bias in likert survey responses. *PloS one*, v. 17(7), e0271949.
- You, G.G., 2025. Mining project value optimization. Springer Nature.
- Zavadskas, E.K., Turskis, Z. and Kildienė, S., 2014. State of art surveys of overviews on MCDM/MADM methods. *Technological and Economic Development of Economy*, v. 20(1), p. 165-179.