Encyclopedia of Economic Law Journal

Homepage: https://lawecon.um.ac.ir

Research Article
Vol. 31, No. 25, Spring-Summer 2024, p. 140-166

Analysis of Public-Private Partnership Models in the Production of Electric Energy in Water Transmission Lines (Conflicts Resolving by Game Theory Approach)

A.R. Ghadimi [1], M. Salimifar [2*], A. A. Naji Meidani [3*] S. Malek Sadati [4]

1- Ph. D. Candidate of Economics, Department of Economics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

4- Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad Iran

(*- Corresponding Authors Email: mostafa@mail.um.ac.ir and naji@mail.um.ac.ir)

Received: 30 June 2024 Revised: 22 August 2024 Accepted: 7 September 2024 Available Online: 7 September 2024	**How to cite this article:** Ghadimi, A. R.; Salimifar, M.; Naji Meidani, A. A. & Malek Sadati, S. (2024). Analysis of Public-Private Partnership Models in the Production of Electric Energy in Water Transmission Lines (Conflict Resolving by Game Theory Approach). *Encyclopedia of Economic Law Journal, 31*(25): 140-166. (in Persian with English abstract) https://doi.org/10.22067/economlaw.2024.88220.1372

1- INTRODUCTION

The use of electric energy technology, as one of the renewable energies historically existed before the exploitation of fossil fuels and in recent years has provided more than 20% of the world's electricity. The development of the electricity industry has been explicitly emphasized in the sixth development Plan of the country and the Ministry of Energy has been given a mission to increase the power generation capacity up to twenty five thousand MW during the implementation of the Plan through the investment of the non-governmental sector and common methods of investment, including BOO and BOT and the guaranteed purchase of electricity will be based on the rate determined by the Iran's Economic Council. Among the types of renewable energy included in the laws, is the use of electric energy potential on water and wastewater transmission pipelines and the side facilities of dams (at the dam's outtakes and transmission lines) in the form of small electric power plants (with a capacity of 10 MW and less). Based on this, executive bodies in the field of water supply and water and wastewater treatment, including regional water companies and water and wastewater companies (in the role of investees), using the mechanism of public and private sector participation in the aforementioned contractual methods, will entrust the implementation of these plans to the private sector investor.

2- PURPOSE

The conventional method of selecting an investor is to auction a percentage of the income earned by the investor. Since these projects are not among the projects whose implementation is usually in the set of duties of the executive body, usually the basic studies to determine the production capacity and other technical aspects of the projects are not carried out by these bodies with the accuracy and level of other. The importance of this point is determined when the selected private party has the ability to generate more energy from a project and, as a

THIS WORK IS LICENSED UNDER A CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE

result, more income than what is stated in the auction documents. From the point of view of the government, in the absence of detailed technical and specialized studies regarding the estimation of project dimensions, the amount of energy production, and the risks associated with energy production in the long term, there is a possibility that the estimated amount of energy production is lower or higher than the actual amount. The result of this is the emergence of contractual disputes and the violation of long-term contract terms between the public and private sectors. For this purpose, the government side (investee) has two options: a) preparing a technical plan before handing over the plan to the investor and b) conducting annual inspections, reviewing the investor's financial documents and processing the financial model in the years of commercial operation period. The result of such a mechanism is creating costs for each of the parties to the contract (government and private parties). For the government side, paying for the hiring of a consulting engineer to conduct basic design studies and preparing a technical plan, or paying for the hiring of a consulting engineer for annual inspections and annual audits, and in case of proof of violation, fines should be predicted and imposed on the private party in the contract. Therefore, the current research intends to use the Game Theory approach in reaching the optimal point and restoring the contract conditions to the initial state in this two-way relationship.

3- METHODOLOGY

The tool used to reduce risks caused by information asymmetry is game theory. Game theory tries to model the behavior governing a strategic situation (conflict of interest). This situation is formed when a person's success depends on the strategies that others choose. The ultimate goal of this knowledge is to find the optimal strategy for the players. The contract concluded between the government and the private party for the use of the electric energy potential of the water transmission facilities belonging to the government, by the private party, is long-term. The financial model used in this contract is a model for determining the financial indicators of the project based on calculation assumptions and by examining the income and costs of the project during the period of construction and operation. In the preparation of financial models in this financing method, the purpose of determining financial indicators by considering assumptions including: 1) Energy sales price announced by the Ministry of Energy; 2 (the length of the exploitation period; 3 (the adjustment rate of initial investment costs during the construction period, the adjustment rate of operation and maintenance costs and project revenues during the operation period and 4) The volume of energy production.

Based on this, the financial indicators of the plan, including the IRR of the project, are calculated by applying the above assumptions and in a certain operating period. This rate is compared with common investment rates and the investor's expected IRR, and based on that, comments are made regarding the justification or unjustification of the project.

The model used in this study is as follows:

$$\pi = (P_i) \times \sum_{r,k=1}^{n} Q_i \frac{(1+k)^n}{(1+r)^n} - \left(\sum_{r,j=1}^{n,m} C1_m \frac{(1+j)^m}{(1+r)^n} + \sum_{r,l=1}^{n} C2_n \frac{(1+l)^n}{(1+r)^n} \right) \quad (3)$$

where in:

π: Project profit

Pi: Guaranteed price of product purchase by government

Qi: Product volume (electricity produced due to the potential of water transmission lines in kWh)

C1m: Capital costs

C2n: operation and maintenance costs

r: Discount rate r

k: Inflation rate of incomes during the operation period

j: The adjustment rate of construction period costs

l: Inflation rate of operating costs during the construction period

n: Length of construction and operation period

m: The length of the construction period is

If the parties of the public-private partnership contract, during the period of commercial operation of the project, comply with the provisions of the contract without any problems and issues, and the contract is formulated and continues in accordance with all the facts, requirements and technical, contractual and legal risks, the profit equation of the parties will be as follows:

• Private party profit function (Prvt)

If P is the price of the product (here, each kWh of energy produced in the project), the investor (the private party) will be the winner of the auction, who is willing to give a larger share of this number to the public party (b) (assuming the same amount of energy production for all investors of the company competitor). This share is defined as a percentage of gross income. Considering that the amount of the product is given, this percentage of the gross income can be a percentage of the price. Therefore, his profit function will be:

$$\pi_{Prvt} = \sum_{i=1}^{n} (P_{i-} b_i) Q_i - C_i \qquad (2)$$

π_{Prvt}: Private Party Profit

P_i: Guaranteed price of product

b: The level that the private party offers to the public party or so called BID. 0<b<P

Q_i: product volume

C_i: Costs

n: Length of construction and operation period

• Government party profit function (Gov)

According to the above equation, if b is a part of the price of the product (here, each kWh of energy produced) that the private party is willing to pay to the government party, the profit function of the government party will be as follows:

$$\pi_{Gov} = \sum_{i=1}^{n} (b_i) Q_i \qquad i = 1, 2, \dots, n \qquad n=20 \qquad (3)$$

π_{Govt}: Government side interest

bi :The level that the private party offers to the public party or so called BID. 0<b<P

Qi: product amount

If the government party wants to carry out complete studies in the initial definition and design phase of the project and based on that choose the private party and assign the partnership contract to him, he must bear the cost of conducting the studies (CPe). Considering that the use of the mentioned potential is not one of the inherent duties of the government party (here water and wastewater companies), it usually does not bear such a cost. The private party as the person entered into this contract, considering the nature of the investment, is highly sensitive to the return of the principal and profit of his capital during the 20-year commercial operation period (based on the partnership agreement between the public sector and the private sector), and enters into the contract negotiations and investor selection, with a more detailed level of information about the project. As a result, information asymmetry is likely to occur. The result of this information asymmetry can be showing a lower production level (d) than the actual production amount (Q). Of course, the probability of such a phenomenon is not 100% (∂). In other words, in conditions of information asymmetry:

d= The amount of concealment of production from the private side. 0 < d < Q

With the possibility of information asymmetry, the government party can carry out periodical inspections during the period of commercial operation to test the accuracy of the information received from the private party. These inspections have a cost for the government party (C_{Aud}), but in case of discovery of cases caused by the provision of false information by the private party, it can compensate for part or all of it by receiving fines.

The assumption of concealment in the presentation of the actual production amount (Q) means that the private party cheats in providing information and does not report the production to the government as much as (d_i) or declares that the total production (Q_i) is as much as (d_i)) has been less. In this situation, the profit functions of the private party and the government party will be as follows, respectively:

$$\pi_{Prvt} = \sum_{i=1}^{n}(P_{i-}\, b_i)Q_i - C_i + P_i d_i \partial_i \qquad C' > 0 \quad C'' > 0 \tag{4}$$

$$\pi_{Gov} = \sum_{i=1}^{n}(\, b_i)(Q_i - d_i)\partial_i \tag{5}$$

In the tree diagram below, the different game modes between the government side and the private side are specified. The profit functions in case of the behavior of each of the parties are modeled below.

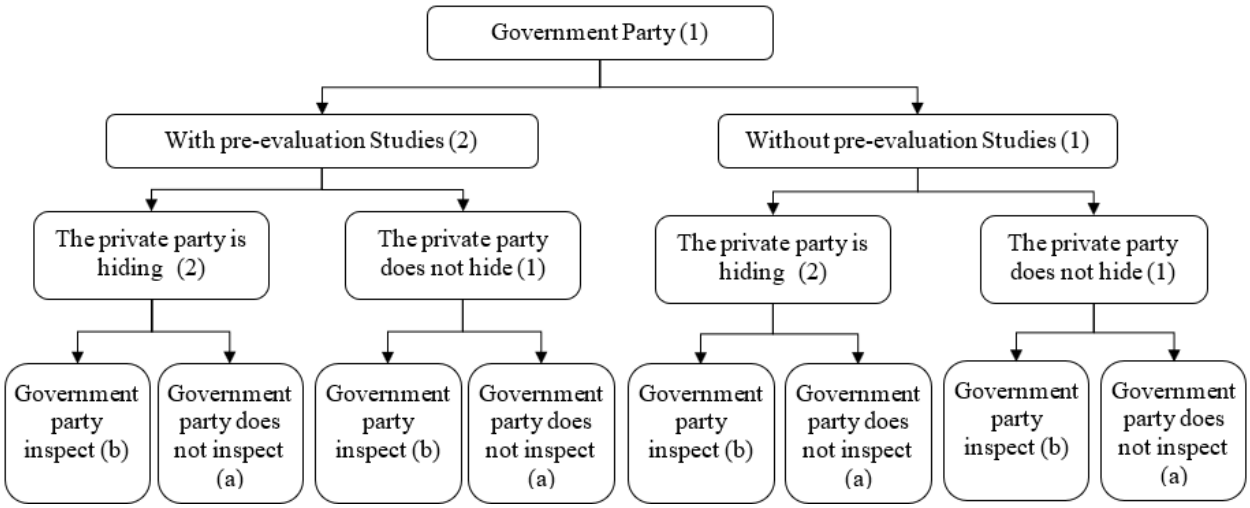


Figure 1. Game theory tree diagram

•Technical studies and design (pre-evaluation)

C_{Pe} is the cost of pre-evaluation studies, which is usually estimated as a percentage of the capital cost. The important point is that, this cost is not paid due to the uncertainty of the government in attracting the participation of the private sector to implement the investment project in using the potential of electric energy in water transmission pipelines, or it is severely lower than the indicated percentages. The result of which is the lack of reliable information to enter into negotiations with the private sector.

The more the public party spends on pre-assessment studies, the less successful the private party is in concealment. (k) can be considered as the private party's success rate in concealment, which will be between zero and one.

$$0 \leq k \leq 1$$

The profit function of the government party is as follows:

$$\pi_{Gov} = \sum_{i=1}^{n} (b_i)(Q_i - kd_i)\partial_i - C_{Pe} \qquad (6)$$

If k=0, that means the private party could not be successful in concealment, in this case a fine should be considered for him, which can bring him to the same receipt before concealment.

Regarding the profit function of the private party:

$if\ C_{Pe} = 0 \quad \Rightarrow \quad K = 1$

In this case, the private party completely succeeds in hiding the amount of d.

$$\pi_{Prvt} = \sum_{i=1}^{n} (P_{i-} b_i)Q_i - C_i + P_i k d_i \partial_i \quad C' > 0 \quad C'' > 0 \qquad (7)$$

But if the government party pays the pre-assessment costs effectively and completely, the private party loses its chance to hide 100%. On the other hand, the government will face less income .

In the profit equation of the private sector (number 7), if (k) is the success factor of the private party equal to zero, the third term is practically equal to zero and the equation will be similar to equation number 2.

• Post-contract inspection

When the government party has not done the pre-assessment studies, we will return to the relations number 4 and 5. In this case, the government party pays the inspection fee (C_{Aud}), which should logically be a value between zero and (bQ). The pre-assessment fee was preventive in nature. That is, as C_{Pe} increases, the probability of success of the private party in concealment, i.e. (k), decreases. Therefore, (k) had an inverse relationship with C_{pe}. But here the cost of C_{Aud} is related to the next stage of concealment. It is natural that the higher this cost, the higher the probability of discovering the secret that we represent with δ.

$$\delta = \frac{C_{Aud}}{b_i Q_i} \qquad (8)$$

In this case, the profit functions of the parties will be as follows:

$$\pi_{Prvt} = \sum_{i=1}^{n} (P_{i-} b_i)Q_i - C_i + (1-\delta)P_i d_i \qquad (9)$$

$$\pi_{Gov} = \sum_{i=1}^{n} (b_i)(Q_i - d_i) + \delta(b_i d_i) - C_{Aud_i} \qquad (10)$$

Now if:

$$if\ C_{Aud} = 0 \quad \Rightarrow \delta = 0$$

This means that no inspection is done during the operation period and as a result no concealment is found. In this case, the profit function of the private party will be the same as function number 4 and the profit function of the government party will be the same as function number 5. But if:

$$if\ C_{Aud} = bQ \quad \Rightarrow \delta = 1$$

Concealment of the private party is recognized when providing false information. The minimum penalty for the private party in this case, is that the government party considers the income that was predicted for the private party in the initial proposal and shares the excess income with him. However, in practice the government pays a fee between zero (0) and (bQ) to carry out the inspections.

$$if\ 0 < C_{Aud} < bQ \quad \Rightarrow 0 < \delta < 1$$

In the above equations, the inspection fee should be entered in such a way that in case of violation by the private party, all the inspection fees will be borne by him, and otherwise (when di=0), the inspection fee will be paid by the government party. So we can write:

$$\pi_{Prvt} = \sum_{i=1}^{n} (P_{i-} b_i)Q_i - C_i - (1-\delta)P_i d_i - \delta b_i Q_i \qquad (11)$$

Since the:

$$\delta = \frac{C_{Aud}}{b_i Q_i}$$

If $C_{Aud} = \delta b_i Q_i$ we will have:

$$\pi_{Gov} = \sum_{i=1}^{n} (b_i)Q_i - [C_{Aud_i} - \delta b_i Q_i] \qquad (12)$$

However, if the private party's fine is only equal to the public party's cost for the inspection, it may create the necessary incentive for the private party to repeat the failure to disclose correct information. Therefore, it is necessary to think of a mechanism so that in addition to paying the inspection fees, a fine is considered according to the amount of the private party's error. The important point is that determining the amount of the fine should be such that the net present value of the benefits of the private party, after receiving the fines, is at least equal to the amount seen in the project assignment documents.

4- FINDINGS

In this research, the conflicts of public-private partnership contracts in the use of electric energy production from water transmission lines were analyzed with the approach of game theory. Information asymmetry and as a result, accessing of one party of the contract to more and more accurate information, will lead to changes in the terms of the contract in the long run. Using game theory, different game modes were modeled and an attempt was made to rule the initial conditions of the contract on the outputs of the financial model. The results showed that the best game mode for the government side (the highest net present value for the government side) is when the study plan has no pre-evaluation, there is secrecy and there is periodic inspection (30,165 million Rials), which in this case, the IRR of the private party will be 13%. On the other hand, the best game mode for the private party (the highest net present value for the private party) is when the study plan has no pre-evaluation, there is secrecy and there is no periodic inspection (26,794 million Rials), which in this case the IRR of the project will be 17%. Finally, in the most logical case, i.e. when the plan has pre-evaluation studies, there is no concealment and therefore there is no need for periodic inspection, the IRR of the project will be 15% and the present value of the net benefit of the parties will be almost to each other.

5- CONCLUSION

1) Considering the growth of replacing small hydropower plants with pressure relief valves (flow control) to consume excess energy in the gravity lines of water transmission in the country, which can lead to the recovery of significant amounts of energy, the existence of precise contractual and calculation frameworks In which the role and influence of the parties to the contract are well explained, it becomes necessary .

2) Since the results of the research showed that the use of the model designed in the present study based on game theory is able to analyze different modes of public-private partnership models in the use of electric energy production from water transmission lines. It is suggested to the relevant officials and planners, especially the Ministry of Energy, to use the mentioned model in public-private partnership contracts.

3) In order to prevent the emergence of opportunistic behavior and to design more suitable mechanisms to deal with concealment by private sector investors, it is suggested to the government experts to examine the project implementation costs as closely as possible. Because the result of this research shows that assuming the existence of such concealment on the part of the private sector, the cost of verifying the information at the investor selection stage is justified.

4) In order to increase the accuracy of the proposals presented by the private sector investors in the investor selection processes, it is suggested that the government determine awards and give the best proposal. This award will increase the motivation of investors to examine the project more closely. Government experts can also include minimums for the desired items in the contract.

5) Due to the long duration of the project, it is better to set fixed time periods for negotiations between the parties during the project, so that any differences can be identified and resolved quickly and accurately. Also, in case of unexpected changes in the scope of the project or the price of the required goods and materials, an extraordinary meeting is held and necessary amendments are made.

6) The existence of such studies gives a warning to the private sector parties to put on the agenda the use of accurate and factual information in the proposal and implementation of the project.

7) Although there is always the possibility of renegotiation, the government should provide conditions that limit the hope of the investor to obtain more privileges. Continuous and accurate monitoring of the project and keeping in touch with other investors can make this possible.

Keywords: Public-Private Partnership, Information Asymmetry, Contractual Conflicts, Game Theory, Hydro-Electricity Energy, Water Transmission Lines

دانشنامهٔ حقوق اقتصادی

Homepage: https://lawecon.um.ac.ir

مقالهٔ پژوهشی

دوره ۳۱، شماره ۲۵، بهار و تابستان ۱۴۰۳، ص ۱۶۶-۱۴۰

تحلیل مدل‌های مشارکت عمومی- خصوصی در تولید انرژی برقابی در خطوط انتقال آب (حل تعارضات با رویکرد نظریهٔ بازی‌ها)

علیرضا قدیمی[۱]، مصطفی سلیمی‌فر[۲*]، علی‌اکبر ناجی میدانی[۳*]، سعید ملک‌السادتی[۴]

دریافت: ۱۰ / ۴ / ۱۴۰۳ پذیرش: ۱۷ / ۶ / ۱۴۰۳

چکیده

در این پژوهش به سه موضوع مجزا از هم به‌صورت یکجا پرداخته شده است و سعی شده است تا این سه موضوع در قالب یک مسئله مشترک مورد پژوهش قرار گیرد که عبارتند از: ۱) تولید انرژی تجدیدپذیر؛ ۲) مدل‌های مشارکت بخش عمومی – خصوصی و ۳) رویکرد تئوری بازیها. در میان منابع انرژی تجدیدشونده، استفاده از انرژی منابع آبی جهت راه‌اندازی نیروگاه‌های برقابی کوچک، اهمیت فراوانی دارد. کمبود توانایی دولت در اجرای صحیح، به موقع و با کیفیت پروژه‌های تولید انرژی، استفاده از الگوهای جدید مشارکت بخش خصوصی و دولتی را تأکید می‌کند. در مرور مطالعات، روش جامعی که بتواند نتایج مختلف بروز اختلافات در محیط قراردادهای مشارکت بخش عمومی – خصوصی را مدل‌سازی و تحلیل کند، یافت نشد. لذا تلاش شد تا مدل جامعی با تکنیک نظریه بازی‌ها (بازی متقارن) برای بررسی نتایج عدم تقارن اطلاعاتی و پنهان کاری طرف خصوصی در ارائه اطلاعات درآمدی صحیح و در نتیجه بروز تعارضات قراردادی، در این مدل‌ها ارائه شود. طرح نیروگاه برقابی بر روی خط انتقال آب از سد شیرین‌دره به بجنورد با استفاده از روش مشارکت بخش عمومی – خصوصی، به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب شد. نتایج نشان داد که بهترین حالت بازی برای بخش دولتی، هنگامی است که طرح مطالعات پیش ارزیابی نداشته، پنهان کاری باشد و بازرسی دوره‌ای وجود داشته باشد در این حالت، ارزش حال فایده خالص برابر با ۳۰،۱۶۵ میلیون ریال خواهد بود. بهترین حالت بازی برای بخش خصوصی، هنگامی است که طرح مطالعات پیش ارزیابی نداشته، پنهان کاری وجود داشته و بازرسی دوره‌ای وجود نداشته باشد که در آن ارزش حال فایده خالص برابر ۲۶،۷۹۴ میلیون ریال و نرخ بازدهی داخلی طرح، ۱۷ درصد خواهد بود. در منطقی‌ترین حالت یعنی هنگامی که طرح مطالعات پیش ارزیابی داشته باشد، پنهان کاری وجود نداشته و بازرسی دوره‌ای نباشد، نرخ بازدهی داخلی طرح طرف خصوصی، ۱۵ درصد و ارزش حال فایده خالص دو طرف تقریبا با هم برابر است.

کلیدواژه‌ها: مدل‌های مشارکت عمومی – خصوصی، عدم تقارن اطلاعات، تعارضات قراردادی، تئوری بازی‌ها، انرژی برقابی، خطوط انتقال آب.

۱. دانشجوی دکتری رشته علوم اقتصادی، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. (مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته علوم اقتصادی، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد است)

۲. استاد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(نویسنده مسئول: Email: mostafa@mail.um.ac.ir)

۳. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(نویسنده مسئول: Email: naji@mail.um.ac.ir)

۴. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

مقدمه

استفاده از تکنولوژی انرژی برقابی به‌عنوان یکی از انرژی‌های تجدیدپذیر از نظر تاریخی پیش از بهره‌برداری از سوخت‌های فسیلی وجود داشته و در سال‌های اخیر بیش از ۲۰ درصد برق جهان را تأمین کرده است. لذا امروزه انرژی برقابی به‌عنوان یکی از شاخص‌های توسعه در جهان مطرح است و به این ترتیب برنامه‌ریزی برای تأمین انرژی و روش‌های تهیه آن بر سیاست‌های کلان ملی و منطقه‌ای تأثیر بسزایی دارد. به طور کلی انرژی برقابی در دنیا با بهره‌گیری از مخازن پشت سدها و نیز جریان رودخانه‌های دائمی که دارای آبدهی قابل توجه و پتانسیل ارتفاعی مطلوبی هستند، صورت می‌پذیرد. با این حال، در برخی از سیستم‌های انتقال آب (بصورت ثقلی) که دارای بارآبی (فشار هیدرولیکی) مازاد و دبی مناسب در طول مسیر خود می‌باشند، امکان تولید انرژی برقابی وجود دارد (Kucukali, 2015:1400-1407). از طرف دیگر، توسعه صنعت برق در برنامه ششم توسعه کشور به صراحت مورد تأکید قرار گرفته است و بر اساس بند «ت» ماده ۴۸ قانون برنامه ششم توسعه اقتصادی کشور، به وزارت نیرو ماموریت داده شده است تا در طول اجرای برنامه نسبت به افزایش توان تولید برق تا بیست و پنج هزار مگاوات از طریق سرمایه‌گذاری مؤسسات عمومی غیردولتی، تعاونی و خصوصی اعم از داخلی و خارجی و یا منابع داخلی شرکت‌های تابعه یا به صورت روش‌های متداول سرمایه‌گذاری از جمله ساخت، بهره‌برداری و مالکیت[۲] و ساخت، بهره‌برداری و انتقال[۳] اقدام نماید و خرید تضمینی برق بر اساس نرخ تعیین شده توسط شورای اقتصاد خواهد بود (Mohammadi et al, 2010: 13-27). از جمله انواع انرژی‌های تجدیدپذیر مندرج در این قوانین، استفاده از پتانسیل انرژی برقابی بر روی خطوط لوله انتقال آب و فاضلاب و تاسیسات جانبی سدها (پای سد و خطوط انتقال) در قالب نیروگاه‌های برقابی کوچک (به ظرفیت ۱۰ مگاوات و کمتر) است. بر این اساس دستگاه‌های اجرایی در حوزه تامین آب و تصفیه آب و فاضلاب شامل شرکت‌های آب منطقه‌ای و شرکت‌های آب و فاضلاب (در نقش سرمایه‌پذیر)، با استفاده از مکانیزم مشارکت بخش عمومی و خصوصی[۴] در قالب‌های قراردادی پیش گفته، اجرای این طرح‌ها را به سرمایه‌گذار بخش خصوصی واگذار می‌کنند (Rasouli et al, 2018: 125-139). روش مرسوم در انتخاب سرمایه‌گذار، به مزایده گذاردن درصدی از درآمد کسب شده توسط سرمایه‌گذار است. بدین معنی که سرمایه‌گذاری توسط سرمایه‌پذیر انتخاب خواهد شد که (با فرض ایجاد تأسیسات یکسان تولید انرژی و تولید مقادیر یکسان از انرژی) حاضر باشد سهم بیشتری از درآمد خود را به وی پرداخت کند. از آنجاکه این طرح‌ها در زمره طرح‌هایی که به طور مرسوم اجرای آن‌ها در مجموعه وظایف دستگاه اجرایی است، قرار نمی‌گیرند، معمولاً مطالعات پایه به منظور تعیین ظرفیت تولید و سایر جنبه‌های فنی طرح، توسط این دستگاه‌ها به دقت و سطح سایر طرح‌ها انجام نمی‌گیرد. اهمیت این نکته زمانی مشخص می‌گردد که طرف خصوصی منتخب این توانایی را داشته باشد که از یک طرح، میزان تولید انرژی و به تبع آن درآمد بیشتری از آنچه در اسناد مزایده قید نموده است، داشته باشد. از دیدگاه طرف دولتی نیز ـ در غیاب انجام مطالعات دقیق فنی و تخصصی در خصوص برآورد ابعاد طرح، میزان تولید انرژی و ریسک‌های مرتبط با تولید انرژی در بازه‌های بلندمدت ـ این احتمال وجود دارد که میزان انرژی تولیدی برآورد شده کمتر و یا بیشتر از حد واقعی باشد. نتیجه این امر بروز اختلافات قراردادی و نقض شرایط قرارداد بلندمدت بین بخش عمومی و خصوصی است. بدین منظور طرف دولتی (کارفرما) دو راهکار پیش‌رو دارد: الف) تهیه طرح فنی قبل از واگذاری طرح به سرمایه‌گذار و ب) انجام بازرسی‌های سنواتی، بررسی اسناد مالی سرمایه‌گذار و پردازش مدل مالی در سال‌های دوره بهره‌برداری تجاری (Eskandari et al, 2021: 69-90).

نتیجه چنین سازوکاری، ایجاد هزینه برای هر یک از طرفین قرارداد (طرف دولتی و طرف خصوصی) است. برای طرف دولتی هزینه نمودن برای استخدام یک مهندس مشاور جهت انجام مطالعات طراحی پایه و تهیه طرح فنی و یا هزینه کرد برای به‌کارگیری یک مهندس مشاور برای انجام بازرسی‌های سنواتی و حسابرسی سالانه است و در صورت اثبات تخلف، باید جریمه‌هایی برای طرف خصوصی در قرارداد پیش‌بینی شود. در صورت برآورد بیشتر و یا کمتر از حد واقع در زمینه میزان تولید انرژی نیز برای طرف دولتی این خطر وجود دارد که با جریمه‌هایی بابت عدم رسیدن به ظرفیت واقعی تاسیسات نصب شده بر اساس طرح فنی وی مواجه گردد و یا با کمبود درآمد قابل حصول بدلیل عدم دسترسی به اطلاعات واقعی تولید روبرو گردد (Jalali et al, 2014: 1-24). لذا پژوهش حاضر در نظر دارد در رسیدن به نقطه بهینه و بازگرداندن شرایط قرارداد به حالت اولیه، در این ارتباط دو سویه، از تئوری بازی‌ها استفاده نماید. در ادامه، در بخش دوم مبانی

2. Build own operate
3. Build operate oransfer
4. Public-private partmership

نظری و تجربی پژوهش معرفی می شود، بخش سوم بسط نظریه بازی‌ها جهت حل مسأله تحقیق را شامل می شود، در بخش چهارم الگوی عملیاتی بازی طراحی شده و در بخش پایانی نتیجه گیری و جمع بندی ارائه می شود.

پیشینه پژوهش

در این پژوهش به سه موضوع مجزا از هم به‌صورت یکجا پرداخته شده است و سعی شده است تا این سه موضوع در قالب یک مسئله مشترک مورد پژوهش قرار گیرد که عبارتند از: ۱) تولید انرژی تجدیدپذیر؛ ۲) مدلهای مشارک بخش عمومی – خصوصی و ۳) رویکرد تئوری بازیها. هر یک از این موضوعات به صورت فردی و یا دوتایی به تواتر در ادبیات موضوع و در پژوهش های مختلف مورد بررسی قرار گرفته اند اما پرداختن به این سه موضوع در کنار هم کم تعداد و شاید بدون سابقه بوده است.

در تحقیقی از نظریه بازی‌های تکاملی برای بررسی استراتژی‌های رفتاری بخش خصوصی از دیدگاه تولیدکنندگان و فروشندگان انرژی سبز، با در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار متعدد در طول تولید انرژی سبز در یک پروژه مشارکت بخش عمومی – خصوصی استفاده گردید (Liu et al, 2021: 696-715). برای این منظور، استراتژی پایدار تکاملی محاسبه شده و پارامترهای تأثیرگذار بررسی شد. همچنین، یک شبیه‌سازی عددی برای تعیین کمیت روابط و استراتژی‌های رفتاری بخش خصوصی صورت پذیرفت. نتایج حاکی از آن است که راهبردهای همکاری بخش خصوصی متأثر از بازده پایه، مزایای اجتماعی و زیست محیطی، یارانه ها، مشوق های همکاری، هزینه های مبادلاتی و مجازات دولت بوده و با کنترل احتمالات و پارامترهای اولیه همکاری می توان استراتژی های آن‌ها را تغییر داد.

در تحقیقی حل تضاد مالی برای پروژه‌های مشارکت عمومی – خصوصی با استفاده از چارچوب بازی سه مرحله‌ای (مرحله چانه‌زنی، مرحله تصویب و مرحله تصمیم‌گیری) مورد بررسی قرار گرفته است (Jang et al, 2018: 1-10). برای این منظور، دو مرحله اول از تئوری بازی‌های دو سطحی سنتی اقتباس شده و مرحله سوم برای پشتیبانی از مذاکرات متوالی و خریداران متعدد اضافه شده است. همچنین، برای تأیید قابلیت استفاده از چارچوب پیشنهادی، محققان برنامه‌های موردی طراحی شده را با دو مورد روش های مشارکت بخش عمومی – خصوصی واقعی آزمون گردید. نتایج در مورد اول نشان داد که قدرت چانه زنی کیفی را می‌توان با دقت کمی تعیین کرد. در مورد دوم نتایج نشان داد که مقادیر تجربی محاسبه شده را می‌توان در مذاکره استفاده کرد. چارچوب پیشنهادی در این مطالعه دامنه مذاکره، زمان لازم برای مذاکره و خسارات ناشی از اختلافات را کاهش می‌دهد.

در تحقیقی به استفاده از رویکرد تئوری بازی برای مذاکره مجدد پروژه‌های مشارکت عمومی و خصوصی در صنعت محیط زیست و حاکمیت شهری چین پرداخته شد (Yang et al, 2018: 1076-1092). برای این منظور، مدل بازی چانه‌زنی دو نفره و مدل بازی ائتلافی چند نفره برای مدل‌سازی فرآیندهای مذاکره مجدد پیشنهاد شده و سپس راه‌حل‌ها و پیامدهای تعادلی استخراج شدند. در نهایت، عملکرد مدل با مطالعه موردی پروژه روش های مشارکت بخش عمومی – خصوصی دفع فاضلاب در دریاچه ارهای تأیید شد.

از دیدگاه نظری، دلیل اصلی پذیرش و مشارکت عمومی– خصوصی امکان برخورداری از ویژگی‌های کیفی مدیریت و کارآیی بخش خصوصی است. مشارکت بخش عمومی– خصوصی با ایجاد قراردادهای پیچیده با مجری بخش خصوصی حاصل می‌شود که در آن بخش عمومی به عنوان کارفرما (سرمایه‌پذیر) و مجری خصوصی به عنوان کنشگر (سرمایه‌گذار/مجری) عمل می‌کند. مشارکت‌های بخش عمومی– خصوصی عموماً به منظور ارائه انواع خدمات و امور زیربنایی چون انرژی، مخابرات، حمل و نقل، آب و فاضلاب و ... به کار گرفته می‌شوند. این نوع مشارکت‌ها معمولاً به شکل موافقتنامه بلندمدت بین مؤسسات عمومی و خصوصی است (Roehrich et al, 2014: 110-119).

در تحقیقی تحت عنوان «تجزیه و تحلیل اقتصادی مدل بساز –بهره‌برداری کن – انتقال بده، در ایجاد نیروگاه‌های جایگزین» (Yumurtaci and Erdem, 2007: 234-241)، با اشاره به مشکلات اصلی تأمین مالی در بخش سرمایه‌گذاری در صنعت برق به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه، استفاده از روش‌های مشارکت عمومی – خصوصی از جمله روش ساخت – بهره‌برداری – انتقال راهگشا دانسته شده و با در نظر گرفتن شاخص‌های فنی و اقتصادی در نیروگاه به بهترین نوع آن برای تأمین مالی از طریق روش مشارکت عمومی– خصوصی اشاره گردیده است.

در تحقیقی با استفاده از تئوری بازی‌ها به تعیین برنامه‌های برداشت آب زیرزمینی پرداخته شد (Nagkoulis and Katsifarakis, 2007: 1571-1586). برای این منظور، جهت

تسهیل مشارکت سهامداران در دستیابی به بهترین برنامه پمپاژ متناوب، مسئله به عنوان یک بازی ضد همکارانه فرموله شده است. همچنین، با استفاده از رئوس برای نشان دادن بازیکنان (کاربران) و یال های وزن دار برای نشان دادن تعاملات آن‌ها، الگوریتمی ایجاد شد که می‌تواند برای دریافت سود بازیکنان استفاده شود. سپس، با فرض اینکه بازیکنان اجازه دارند با انجام حرکات متوالی سود خود را بهبود بخشند، از الگوریتم طراحی شده برای یافتن تعادل نش در بازی استفاده شد. با این حال، همه بازی ها به یک تعادل نش همگرا نمی شوند، زیرا تغییر توالی بازیکنان می تواند به راه حل های متفاوتی منجر شود. بنابراین، محققان از الگوریتم‌های ژنتیک برای یافتن توالی بازیکنانی که هزینه پمپاژ کلی یا مصرف انرژی را به حداقل می‌رسانند، با استفاده از کمترین دور بازی ممکن استفاده کردند. الگوریتم پیشنهادی می‌تواند توسط محققان و مقامات برای ارتقای همکاری بین کاربران چاه استفاده شود که منجر به منافع مالی و زیست‌محیطی می‌شود.

براساس برآوردهای اولیه، ۵ تا ۱۰ درصد انرژی آبی قابل استحصال در جهان مربوط به نیروگاه‌های برقابی کوچک می‌باشد. بهره‌برداری از نیروگاه‌های برقابی کوچک، در نقاط مختلف به ویژه در مناطق دورافتاده که نمی‌توانند از خطوط انتقال نیرو استفاده کنند، با استقبال فزاینده‌ای روبه‌رو است. برای نمونه در چین هزاران واحد کوچک برقابی در حال کار است. حتی درکشورهای پیشرفتهٔ اروپایی نیز تعداد معتنابهی از واحدهای کوچک برقابی هنوز پس از سال‌ها در حال بهره‌برداری هستند. با توجه به نیاز روزافزون جوامع بشری به انرژی الکتریکی و محدودیت منابع سوخت‌های فسیلی و عوارض منفی زیست محیطی ناشی از آن‌ها و نیز مزایای چشم‌گیر شیوه تأمین انرژی الکتریکی از منابع آبی، امروزه این بخش از روش تأمین انرژی الکتریکی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. در این میان نیروگاه‌های برقابی کوچک از نوع جریانی از ویژگی‌های خاصی برخوردارند (Ziaeepour Rodsari and Beheshti, 2020: 21-32).

بررسی و ارائه راهکار برای حل مناقشه بخش مصرف پایین دست سد سفیدرود با استفاده از تئوری بازی‌ها مورد بررسی قرار گرفته است (Mortezapoot et al, 2019: 13-21). برای مدل‌سازی و تحلیل مناقشه، از مدل گراف برای حل مناقشات[5] استفاده شد. پس از تعیین بازیکنان (سازمان جهاد کشاورزی، شرکت آب منطقه‌ای، کشاورزان، استانداری، سازمان محیط زیست) و گزینه‌های هر یک و وارد کردن آن‌ها به مدل، ۱۲۸ حالت در مناقشه به دست آمد که با استفاده از مفاهیم حل غیرهمکارانه و با توجه به اولویت بندی استراتژی ها، ۴ وضعیت برای بازیکنان به عنوان نقاط تعادل، شناسایی شد. پس از تحلیل نهایی نرم افزار، مطلوب‌ترین حالت در مناقشه از بین نقاط تعادل، حالت ۹۶ به دست آمد که کشاورزان و شرکت آب منطقه ای به ترتیب آبیاری نوبتی و توزیع مناسب آب مورد نیاز را رعایت کرده اند. با توجه به نتایج به دست آمده، حل این مناقشات بدون حکمرانی مؤثر در حوزه آبخیز سفیدرود بزرگ به منظور تشویق راه حل‌های همکارانه بین بهره برداران و تنبیه متخلفان امکان‌پذیر نمی‌باشد.

در تحقیقی شناسایی، رتبه‌بندی و تخصیص ریسک‌های حیاتی مراحل مشارکت عمومی– خصوصی در صنعت آب و فاضلاب استان گیلان انجام شد (Rasooli et al, 2018: 125-139). در پژوهش مزبور، برای استخراج ریسک های حیاتی از عوامل اجرایی با مسئولیت مستقیم در قراردادهای منعقده به روش ساخت، بهره‌برداری و انتقال مشارکت‌های عمومی– خصوصی استفاده شد. با روش حذف سیستماتیک ۳۷ نمونه برای مطالعه شناسایی شد. با تکنیک دلفی ۱۷ ریسک با درجه اهمیت برابر و بیشتر از ۳ استخراج و از طریق پرسشنامه بین نمونه مورد مطالعه توزیع شد. اطلاعات جمع‌آوری شده در هر مرحله و مراحل مختلف مشارکت عمومی – خصوصی (امکان سنجی، تدارکات، ساخت، بهره برداری و انتقال) از طریق روش‌های آماری ناپارامتریک مورد واکاوی قرار گرفت. نتایج نشان داد بین ریسک‌های با درجه اهمیت بالای ۳ در مراحل مختلف مشارکت عمومی–خصوصی صنعت آب و فاضلاب استان گیلان رابطه معناداری وجود دارد.

در تحقیقی به حل تعارضات برای مدیریت پایدار منابع آب بر اساس تئوری بازی پرداخته شده است (Taraghi et al, 2017: 131-160). به همین منظور، میزان استفاده بهینه از منابع آب و سود خالص کشاورزی در چهار سناریوی الگوی کشت، با استفاده از چهار روش حل تعارض شامل راه حل های نش نامتقارن، کالای– اسمورودینسکی نامتقارن، مساحت یکنواخت نامتقارن و ضررهای یکسان نامتقارن، برای سال زراعی ۱۳۹۳–۱۳۹۲ در محدوده مطالعاتی ارومیه مشخص گردید. نتایج نشان داد با افزایش وزن محیط زیستی، سطح زیرکشت و به تبع آن سود خالص کشاورزی در تمامی سناریوها کاهش می‌یابد. سناریوی

5 . Graph model for conflict resolution (GMCR)

چهارم با توجه به امکان عملی بودن و مقبولیت بیشتر آن توسط کشاورزان معقول تر و قابل قبول تر می باشد. همچنین با مقایسه سناریوی چهارم با اوزان محیط زیستی و اقتصادی برابر با وضعیت موجود با فرض کشت محصولات غالب در منطقه، مشخص می‌گردد که در سناریوی چهارم با اوزان برابر، مصرف آب به میزان ۱۷٪ نسبت به وضع موجود کاهش و سود خالص کشاورزان نسبت به وضعیت موجود ۱۰٪ افزایش می یابد.

در تحقیقی به ارائه یک مدل مالی به منظور حل اختلاف در قراردادهای مشارکت دولتی– خصوصی با استفاده از نظریه بازی پرداخته شده است (Jalali Naeini et al, 2014: 1-24). مدل ارائه شده در این تحقیق از نوع بازی‌های پویا با اطلاعات کامل بوده و بیشترین هم‌خوانی را با فضای واقعی دارا می‌باشد، به گونه‌ای که پدیده‌های مختلفی چون فرصت‌طلبی پیمانکار خصوصی، ارزش زمانی پول، مذاکره با پیمانکاران دیگر و هزینه‌های مختلف سیاسی تحمیل شده به دولت را لحاظ نموده است. در نهایت راه‌کارهایی برای پیشگیری از بروز این‌گونه اختلافات و بهبود فرایند اجرایی پروژه‌های مشارکت بخش عمومی – خصوصی ارائه شده است.

در تحقیقی مسئله مدیریت و تقسیم آب در قالب یک مدل بازی پویای قطعی پیوسته را برای مدیریت مصرف آب در شرایط وجود اختلاف ارائه گردید (Homayoonfar et al, 2010: 14-56). توابع سود آنی، بلند مدت و همچنین معادله انتقال حالت در مدل پیشنهادی به‌صورت پیوسته و با استفاده از توابع ریاضی بیان شد که این موارد باعث کاهش در حجم محاسبات گردید. همچنین برای حل مدل بازی پویای پیوسته پیشنهادی، از معادلات ریکاتی استفاده شد. مدل پیوسته مذکور، در حوزه پایین دست سد زاینده‌رود مورد استفاده قرار گرفته که به نتایج مناسبی در مقایسه با نتایج مدل بهینه‌سازی پویا دست یافته است.

روش‌شناسی

ابزاری که برای کاهش مخاطرات ناشی از عدم تقارن اطلاعاتی بکار می‌رود، تئوری بازی‌ها است. تئوری بازی‌ها تلاش می‌کند تا رفتار حاکم بر یک موقعیت استراتژیک (تضاد منافع) را مدل سازی کند. این شرایط، هنگامی شکل می‌گیرد که موفقیت یک فرد به راهبردهایی که دیگران انتخاب می‌کنند، بستگی دارد. هدف نهایی این دانش، پیدا کردن راهبرد بهینه برای بازیکنان است. قرارداد منعقده بین طرف دولتی و طرف خصوصی بابت استفاده از پتانسیل انرژی برقابی تاسیسات انتقال آب متعلق به طرف دولتی، توسط طرف خصوصی و به صورت بلندمدت است. مدل مالی بکار رفته در این قرارداد، مدلی برای تعیین شاخص‌های مالی طرح بر اساس مفروضات محاسباتی و با بررسی درآمدها و هزینه‌های طرح در طی دوره ساخت و بهره‌برداری است. در تهیه مدل‌های مالی در این روش تأمین مالی، هدف تعیین شاخص‌های مالی با در نظر گرفتن مفروضاتی شامل:

۱) قیمت فروش انرژی ابلاغ شده توسط وزارت نیرو؛

۲) طول دوره بهره‌برداری؛

۳) نرخ تعدیل هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه در طول دوره ساخت، نرخ تعدیل هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری و درآمدهای طرح در طول دوره بهره‌برداری و

۴) حجم تولید انرژی است.

بر این اساس شاخص‌های مالی طرح از جمله نرخ بازده داخلی طرح با اعمال مفروضات فوق و در یک دوره بهره‌برداری معین، محاسبه می‌گردد. این نرخ با نرخ‌های رایج سرمایه‌گذاری و نرخ بازده انتظاری سرمایه‌گذار مورد مقایسه قرار گرفته و بر اساس آن نسبت به توجیه یا عدم توجیه طرح، اظهار نظر می‌شود. مدل بکار رفته در این بررسی به صورت زیر است (Salimifar and Ghadimi, 2015: 119-144):

$$\pi = (P_i) \times \sum_{r,k=1}^{n} Q_i \frac{(1+k)^n}{(1+r)^n} - \left(\sum_{r,j=1}^{n,m} C1_m \frac{(1+j)^m}{(1+r)^n} + \sum_{r,l=1}^{n} C2_n \frac{(1+l)^n}{(1+r)^n} \right) \quad (۱)$$

که در آن:

π سود پروژه

P_i قیمت تضمینی خرید محصول توسط دولت

Q_i حجم محصول (برق تولید شده ناشی از پتانسیل خطوط انتقال آب بر حسب کیلووات ساعت)

$C1_m$ سرمایه‌گذاری اولیه

$C2_n$ هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری

r نرخ تنزیل

k نرخ تورم درآمدها در طی دوره بهره‌برداری

j نرخ تعدیل هزینه‌های دوره ساخت

l نرخ تورم هزینه‌های بهره‌برداری در طی دوره بهره برداری

n طول دوره ساخت و بهره‌برداری

m طول دوره ساخت

معادله فوق، برای تعیین نرخ بازده داخلی طرح، در طی دوره بهره‌برداری تدوین شده است. بر اساس تعریف، نرخ بازده داخلی طرح، نرخی است که ارزش حال فایده خالص طرح[۶] را صفر می‌سازد. قیمت محصول (P) بر اساس، مصوبات ابلاغی وزارت نیرو در ۱۰ سال اول بهره‌برداری به صورت خرید تضمینی و در طی سال‌های بعدی بهره‌برداری بر اساس قیمت‌های بازار برق، به‌صورت برون‌زا وارد مدل می‌گردد. طرف دولتی برای استفاده از پتانسیل انرژی برقابی تاسیسات انتقال آب خود، حق انتفاع از این پروژه را به مزایده می‌گذارد و طرف خصوصی‌ای برنده مزایده خواهد بود که حاضر باشد سهم بیشتری از درآمد کسب شده از پروژه را به طرف دولتی بازگرداند. اگر طرفین قرارداد مشارکت عمومی – خصوصی، در طی دوره بهره‌برداری تجاری طرح، بدون هیچ‌گونه مشکل و مسئله‌ای مفاد قرارداد را رعایت کنند و قرارداد نیز منطبق بر تمام واقعیت‌ها، الزامات و ریسک‌های فنی، قراردادی و حقوقی تدوین گردیده و ادامه یابد، سود طرفین به شکل زیر خواهد بود:

- تابع سود طرف خصوصی (**Prvt**)

اگر P قیمت محصول (در اینجا هر کیلووات ساعت انرژی تولید شده در طرح) باشد، سرمایه‌گذار (طرف خصوصی) برنده مزایده خواهد بود که حاضر باشد سهم بیشتری از این عدد را به طرف دولتی (با فرض میزان تولید یکسان انرژی برای تمام سرمایه‌گذاران شرکت کننده در رقابت) بپردازد (b). این سهم به صورت درصدی از درآمد ناخالص تعریف می‌شود. با توجه به اینکه میزان محصول به‌صورت پیش فرض مشخص می‌باشد، این درصد از درآمد ناخالص می‌تواند درصدی از قیمت هم باشد. بنابراین تابع سود وی عبارت خواهد بود از:

$$\pi_{Prvt} = \sum_{i=1}^{n} (P_{i-} b_i) Q_i - C_i \qquad (۲)$$

که در آن:

π_{Prvt} سود طرف خصوصی

P_i قیمت تضمینی محصول

B سطحی که طرف خصوصی به طرف دولتی پیشنهاد می‌کند یا اصطلاحاً BID می‌کند. $0<b<P$

Q_i حجم محصول

C_i هزینه‌ها

N طول دوره ساخت و بهره‌برداری

- تابع سود طرف دولتی (**Gov**)

با توجه به معادله فوق اگر b بخشی از قیمت محصول (در اینجا هر کیلووات ساعت انرژی تولید شده) باشد که طرف خصوصی

6 . Net present value (NPV)

حاضر باشد به طرف دولتی بپردازد، تابع سود طرف دولتی به شکل زیر خواهد بود:

$$\pi_{Gov} = \sum_{i=1}^{n} (b_i) Q_i \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \ldots, n \\ n=20 \end{matrix} \qquad (۳)$$

که در آن:

π_{Govt} سود طرف دولتی

b_i سطحی که طرف خصوصی به طرف دولتی پیشنهاد می‌کند یا اصطلاحاً BID می‌کند. $0<b<P$

Q_i حجم محصول

اگر طرف دولتی بخواهد مطالعات کاملی را در مرحله تعریف و طراحی اولیه پروژه[۷]، انجام دهد و بر اساس آن نسبت به انتخاب طرف خصوصی و واگذاری قرارداد مشارکت به وی اقدام نماید، باید هزینه انجام مطالعات (C_{Pe}) را متقبل گردد. با توجه به اینکه استفاده از پتانسیل مورد اشاره از وظایف ذاتی طرف دولتی (در اینجا شرکت‌های آب و فاضلاب) نیست، معمولاً چنین هزینه‌ای را متقبل نمی‌نماید. طرف خصوصی به عنوان فرد وارد شده در این قرارداد، با توجه به ماهیت سرمایه‌گذاری، به شدت نسبت به بازگشت اصل و سود سرمایه خود در طی دوره بهره‌برداری تجاری ۲۰ ساله (مبتنی بر قرارداد مشارکت بخش دولتی و بخش خصوصی)، حساس است و با سطح اطلاعات دقیق‌تری در خصوص طرح وارد مذاکرات قراردادی و انتخاب سرمایه‌گذار می‌گردد. در نتیجه رخ دادن پدیده عدم تقارن اطلاعات محتمل خواهد بود. نتیجه این عدم تقارن اطلاعات، می‌تواند نشان دادن سطح تولید پائین‌تر (d) از مقدار تولید واقعی (Q) باشد. البته احتمال بروز چنین پدیده‌ای

$$C' > 0 \quad C'' > 0$$
$$\pi_{Prvt} = \sum_{i=1}^{n} (P_{i-} b_i) Q_i - C_i + P_i d_i \partial_i \qquad (۴)$$

صددرصد نیست (∂). به عبارت دیگر در شرایط عدم تقارن اطلاعات:

$d =$ مقدار پنهان‌کاری تولید از سمت طرف خصوصی. $0<d<Q$

طرف دولتی با احتمال عدم تقارن اطلاعات می‌تواند در طی دوره بهره‌برداری تجاری، برای آزمون صحت اطلاعات دریافتی از سوی طرف خصوصی، نسبت به بازرسی‌های دوره‌ای[۸] اقدام نماید. این بازرسی‌ها برای طرف دولتی هزینه (C_{Aud}) دارد، اما در صورت کشف مواردی ناشی از ارائه اطلاعات غلط توسط طرف خصوصی، می‌تواند با دریافت جریمه‌هایی بخشی از آن و یا تمام آن را جبران نماید.

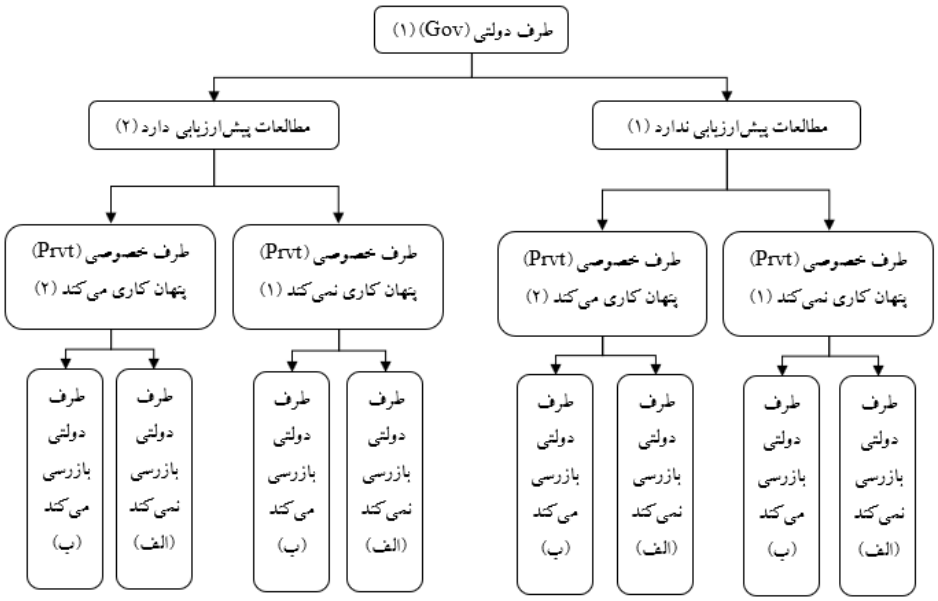
فرض وجود پنهان‌کاری در ارائه میزان تولید واقعی (Q)، بدین معنی است که طرف خصوصی در ارائه اطلاعات تقلب می‌کند و به اندازه d_i از تولید را به طرف دولتی گزارش نمی‌دهد یا اعلام می‌کند که تولید کل (Q_i) به اندازه (d_i) کمتر بوده است. در این شرایط توابع سود طرف خصوصی و طرف دولتی به ترتیب به شکل زیر خواهد بود.

$$\pi_{Gov} = \sum_{i=1}^{n} (b_i)(Q_i - d_i)\partial_i \qquad (۵)$$

در نمودار درختی زیر، حالت‌های مختلف بازی بین طرف دولتی و طرف خصوصی مشخص گردیده است. بازی انتخاب شده از نوع متقارن است که در آن نتیجه و سود حاصل از یک راهبرد تنها به این وابسته است که چه راهبردهای دیگری در بازی پیش گرفته شود و از این که کدام بازیکن این راهبرد را در پیش گرفته است، مستقل است. توابع سود در صورت بروز رفتارهای هر یک از طرفین در ادامه مدل شده است.

7. Pre-Evaluation

8. Auditing



شکل ۱. نمودار درختی تئوری بازی‌ها

- مطالعات فنی و طراحی (پیش ارزیابی)

C_{Pe} هزینه مطالعات پیش ارزیابی است که معمولاً به صورت درصدی از هزینه سرمایه‌گذار اولیه برآورد می‌شود. نکته مهم اینکه این هزینه، بدلیل عدم اطمینان طرف دولتی در جلب مشارکت بخش خصوصی برای اجرای پروژه سرمایه‌گذاری در استفاده از پتانسیل انرژی برقابی در خطوط لوله انتقال آب، پرداخت نمی‌شود و یا به شدت کمتر از درصدهای مورد اشاره است که نتیجه آن، فقدان اطلاعات قابل اطمینان برای ورود به مذاکره با بخش خصوصی است.

هرچه طرف دولتی بیشتر روی مطالعات پیش ارزیابی هزینه کند، موفقیت طرف خصوصی در پنهان‌کاری کمتر است. می‌توان k را ضریب موفقیت طرف خصوصی در پنهان‌کاری دانست که بین صفر و یک خواهد بود.

$$0 \le k \le 1$$

تابع سود طرف دولتی به شکل زیر است:

$$\pi_{Gov} = \sum_{i=1}^{n} (b_i)(Q_i - kd_i)\partial_i - C_{Pe} \qquad (۶)$$

اگر $k = 0$ باشد، یعنی طرف خصوصی نتوانسته تا در پنهان‌کاری موفق باشد، در این حالت باید جریمه‌ای برای وی در نظر گرفت که می‌تواند رساندن وی به همان دریافتی قبل از پنهان کاری باشد.

در مورد تابع سود طرف خصوصی:

$$if\ C_{Pe} = 0 \qquad \Rightarrow \qquad K = 1$$

در این حالت طرف خصوصی کاملاً موفق می‌شود مقدار d را پنهان کند.

$$\pi_{Prvt} = \sum_{i=1}^{n} (P_{i-} b_i)Q_i - C_i + P_i k d_i \partial_i$$

$$C' > 0 \quad C'' > 0 \qquad (۷)$$

اما اگر طرف دولتی هزینه‌های پیش‌ارزیابی را به صورت موثر و کامل پرداخت کند، طرف خصوصی شانس خود را برای پنهان کاری به طور صددرصد از دست می‌دهد. از دیگر سو طرف دولت هم با عایدی کمتری مواجه خواهد شد.

در معادله سود بخش خصوصی (شماره ۷)، اگر k ضریب موفقیت طرف خصوصی برابر با صفر باشد، عملاً جمله سوم برابر با صفر و معادله شبیه معادله شماره ۲ خواهد شد.

- بازرسی پس از قرارداد

وقتی طرف دولتی مطالعات پیش ارزیابی را انجام نداده باشد به روابط شماره ۴ و ۵ بر می‌گردیم. در این حالت طرف دولتی هزینه بازرسی (C_{Aud}) را انجام می‌دهد که منطقاً باید مقداری بین صفر و bQ باشد. هزینه پیش ارزیابی ماهیتاً پیش‌گیرانه بود. یعنی

هرچه C_{Pe} افزایش می‌یافت، احتمال موفقیت طرف خصوصی در پنهان‌کاری یعنی k کاهش می‌یافت. لذا k رابطه عکس با C_{pe} داشت. اما در اینجا هزینه C_{Aud} به مرحله بعد از پنهان‌کاری مرتبط است. طبیعی است هرچه این هزینه بالاتر رود، احتمال کشف پنهان‌کاری که آنرا با δ نمایش می‌دهیم، بیشتر است.

$$\delta = \frac{C_{Aud}}{b_i Q_i} \qquad (۸)$$

در این حالت توابع سود طرفین به شکل زیر خواهد بود:

$$\pi_{Prvt} = \sum_{i=1}^{n} (P_{i-}\, b_i)Q_i - C_i + (1-\delta)P_i d_i \qquad (۹)$$

$$\pi_{Gov} = \sum_{i=1}^{n} (\, b_i)(Q_i - d_i) + \ \delta(b_i d_i) - C_{Aud_i} \qquad (۱۰)$$

حال اگر:

$$if\ C_{Aud} = 0 \quad \Rightarrow \delta = 0$$

بدین معنی که در طی دوره بهره‌برداری بازرسی انجام نمی‌شود و در نتیجه هیچ پنهان‌کاری هم پیدا نمی‌شود. تابع سود طرف خصوصی در این حالت همان تابع شماره ۴ و تابع سود طرف دولتی همان تابع شماره ۵ خواهد بود. اما اگر:

$$if\ C_{Aud} = bQ \quad \Rightarrow \delta = 1$$

پنهان کاری طرف خصوصی، در صورت ارائه اطلاعات غلط تشخیص داده می‌شود. حداقل جریمه طرف خصوصی در این حالت، این است که، طرف دولتی، درآمدی که در پیشنهاد اولیه برای طرف خصوصی پیش بینی شده بود را در نظر بگیرد و اضافه درآمد را با وی تسهیم کند.

با این حال در عمل دولت هزینه‌ای بین صفر (۰) و bQ را برای انجام بازرسی‌ها پرداخت می‌کند.

$$if\ 0 < C_{Aud} < bQ \quad \Rightarrow 0 < \delta < 1$$

در روابط فوق باید هزینه بازرسی را وارد کرد به گونه‌ای که در صورت تخلف طرف خصوصی، کلیه هزینه‌های بازرسی به دوش وی بیفتد و در غیر این صورت (وقتی که $d_i=0$ باشد) هزینه بازرسی را طرف دولتی بدهد. پس می‌توان نوشت:

$$\pi_{Prvt} = \sum_{i=1}^{n} (P_{i-}\, b_i)Q_i - C_i - (1-\delta)P_i d_i - \delta b_i Q_i \qquad (۱۳)$$

از آنجا که:

$$\delta = \frac{C_{Aud}}{b_i Q_i}$$

اگر $C_{Aud} = \delta b_i Q_i$ خواهیم داشت:

$$\pi_{Gov} = \sum_{i=1}^{n} (\, b_i)Q_i - \left[C_{Aud_i} - \delta b_i Q_i\right] \qquad (۱۴)$$

با این حال اگر جریمه طرف خصوصی صرفاً برابر با هزینه طرف دولتی برای بازرسی باشد، احتمالاً انگیزه لازم برای طرف خصوصی برای ارتکاب مجدد عدم افشای اطلاعات صحیح را ایجاد سازد. لذا لازم است تا مکانیزمی اندیشیده شود تا علاوه بر پرداخت هزینه‌های بازرسی، جریمه‌ای متناسب با میزان خطای طرف خصوصی در نظر گرفته شود. نکته مهم اینکه تعیین میزان جریمه باید به گونه ای باشد که ارزش حال خالص فایده‌های طرف خصوصی، پس از اخذ جریمه‌ها، حداقل برابر با میزانی باشد که در اسناد واگذاری طرح دیده شده است.

یافته‌ها

احداث طرح نیروگاه برقابی، در محل فشارشکن مسیر خط انتقال آب از سد شیرین‌دره به شهر بجنورد با هدف استفاده از پتانسیل موجود در این مسیر به منظور تولید انرژی برقابی با استفاده از مکانیزم مشارکت بخش عمومی و خصوصی در دستور کار شرکت آب و فاضلاب استان خراسان شمالی (طرف دولتی) بوده است. برای پردازش مدل‌های بکار رفته در بازی طراحی شده از اطلاعات این نیروگاه استفاده شده است. برای انتخاب طرف خصوصی، شرکت آب و فاضلاب استان خراسان شمالی – به عنوان طرف دولتی – مطالعاتی را در سطح نه چندان دقیق انجام داده است.

طرف خصوصی منتخب، طرفی خواهد بود که حاضر باشد تا درصد بالاتری از درآمد کسب شده خود را بابت فروش انرژی به وزارت نیرو در اختیار طرف دولتی قرار دهد. وزارت نیرو، در راستای تشویق و توسعه تولید انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر و به استناد قوانین برنامه پنج ساله توسعه اقتصاد کشور، خرید انرژی نیروگاه‌های با ظرفیت زیر ۱۰ مگاوات را تضمین نموده است. در بررسی و پردازش مدل‌های مالی برای انتخاب طرف خصوصی، قیمت هر کیلووات ساعت انرژی برقابی تولید شده در خطوط انتقال آب و سیالات، برای سال ۱۴۰۲برابر با ۱۰،۸۰۰ ریال بوده است.

برآورد ظرفیت نیروگاه و میزان تولید انرژی الکتریکی سالانه مستلزم بررسی اطلاعات و داده‌های موجود و مرتبط با محل ساختگاه و ارزیابی منابع انرژی، برآورد میزان انرژی الکتریکی قابل تولید سالانه از نیروگاه، تعیین پارامترهای موثر در انتخاب تجهیزات و نظایر آن می‌باشد. برای بدست آوردن ظرفیت نیروگاه، می‌توان محاسبات ذیل را بر اساس مبانی مکانیک سیالات برای توان اسمی نیروگاه در هر ایستگاه انجام داد.

- قدرت مکانیکی ورودی (کیلووات): ۴۱۷
- دبی (متر مکعب بر ثانیه): ۳۸۰
- فشار (کیلو پاسکال): ۱۱۲۰۰
- هد آب (متر): ۱۱۲
- شتاب ثقل (متر بر مجذور ثانیه): ۹.۸
- دانسیته (کیلوگرم بر متر مکعب): ۱۰۰۰
- راندمان توربین (درصد): ۷۵ – ۸۰٪
- راندمان ژنراتور (درصد): ۹۰ – ۹۵٪
- راندمان کل (درصد): ۷۰٪
- افت تولید سالانه (درصد): ۵٪
- قدرت الکتریکال خروجی (کیلووات): ۲۹۱.۹

محاسبات تیم فنی طرف دولتی در بدبینانه‌ترین حالت در نظر گرفته شده است. برای محاسبه قدرت الکتریکال خروجی، راندمان کل ۷۰ درصد با افت سالانه ۵ درصد و کارکرد حدود ۳۲۹ روز در سال (۹۰ درصد روزهای سال) است و همانطور که قبلاً بیان گردید، قرار بوده است تا در مراحل بعدی میزان تولید واقعی نیروگاه تدقیق شود که عملاً چنین اتفاقی نخواهد افتاد. در صورتی‌که طرف خصوصی، سعی در بهره‌گیری تجهیزاتی با افت کمتر داشته باشد، مقادیر پرداختی به طرف دولتی قابل تغییر خواهد بود. در جدول زیر شرایط تولید انرژی به ازای در نظر گرفتن افت تولید انرژی‌های متفاوت، ارائه شده است.

سال	تولید انرژی در پیشنهاد قیمت (افت سالانه ۵٪) (۱)	تولید انرژی در واقعیت (افت سالانه ۳٪) (۲)	میزان پنهان‌کاری (بدلیل تغییر افت سالانه) (۱-۲=۳)	تولید انرژی در مطالعات پیش ارزیابی (افت سالانه ۴٪) (۴)	میزان پنهان‌کاری (بدلیل تغییر افت سالانه) (۴-۲=۵)
۱	دوره ساخت نیروگاه				
۲	۲,۳۰۱,۳۴۰	۲,۳۰۱,۳۴۰	۰	۲,۳۰۱,۳۴۰	–
۳	۲,۱۸۶,۲۷۳	۲,۲۳۲,۲۹۹	۴۶,۰۲۶	۲,۲۰۹,۲۸۶	۲۳,۰۱۳
۴	۲,۰۷۶,۹۵۹	۲,۱۶۵,۳۳۰	۸۸,۳۷۱	۲,۱۲۰,۹۱۵	۴۴,۴۱۶
۵	۱,۹۷۳,۱۱۱	۲,۱۰۰,۳۷۱	۱۲۷,۲۶۰	۲,۰۳۶,۰۷۸	۶۴,۲۹۳
۶	۱,۸۷۴,۴۵۵	۲,۰۳۷,۳۵۹	۱۶۲,۹۰۴	۱,۹۵۴,۶۳۵	۸۲,۷۲۵
۷	۱,۷۸۰,۷۳۳	۱,۹۷۶,۲۳۹	۱۹۵,۵۰۶	۱,۸۷۶,۴۴۹	۹۹,۷۸۹
۸	۱,۶۹۱,۶۹۶	۱,۹۱۶,۹۵۱	۲۲۵,۲۵۵	۱,۸۰۱,۳۹۱	۱۱۵,۵۶۰
۹	۱,۶۰۷,۱۱۱	۱,۸۵۹,۴۴۳	۲۵۲,۳۳۲	۱,۷۲۹,۳۳۶	۱۳۰,۱۰۷
۱۰	۱,۵۲۶,۷۵۶	۱,۸۰۳,۶۶۰	۲۷۶,۹۰۴	۱,۶۶۰,۱۶۲	۱۴۳,۴۹۷
۱۱	۱,۴۵۰,۴۱۸	۱,۷۴۹,۵۵۰	۲۹۹,۱۳۲	۱,۵۹۳,۷۵۶	۱۵۵,۷۹۴
۱۲	۱,۳۷۷,۸۹۷	۱,۶۹۷,۰۶۳	۳۱۹,۱۶۶	۱,۵۳۰,۰۰۶	۱۶۷,۰۵۸
۱۳	۱,۳۰۹,۰۰۲	۱,۶۴۶,۱۵۱	۳۳۷,۱۴۹	۱,۴۶۸,۸۰۵	۱۷۷,۳۴۶
۱۴	۱,۲۴۳,۵۵۲	۱,۵۹۶,۷۶۷	۳۵۳,۲۱۵	۱,۴۱۰,۰۵۳	۱۸۶,۷۱۴
۱۵	۱,۱۸۱,۳۷۴	۱,۵۴۸,۸۶۴	۳۶۷,۴۹۰	۱,۳۵۳,۶۵۱	۱۹۵,۲۱۳
۱۶	۱,۱۲۲,۳۰۶	۱,۵۰۲,۳۹۸	۳۸۰,۰۹۲	۱,۲۹۹,۵۰۵	۲۰۲,۸۹۳
۱۷	۱,۰۶۶,۱۹۰	۱,۴۵۷,۳۲۶	۳۹۱,۱۳۶	۱,۲۴۷,۵۲۵	۲۰۹,۸۰۱
۱۸	۱,۰۱۲,۸۸۱	۱,۴۱۳,۶۰۶	۴۰۰,۷۲۵	۱,۱۹۷,۶۲۴	۲۱۵,۹۸۲
۱۹	۹۶۲,۲۳۷	۱,۳۷۱,۱۹۸	۴۰۸,۹۶۱	۱,۱۴۹,۷۱۹	۲۲۱,۴۷۹
۲۰	۹۱۴,۱۲۵	۱,۳۳۰,۰۶۲	۴۱۵,۹۳۷	۱,۱۰۳,۷۳۰	۲۲۶,۳۳۲
جمع	۲۸,۶۵۸,۴۱۶	۳۳,۷۰۵,۹۷۸	۵,۰۴۷,۵۶۲	۳۱,۰۴۳,۹۶۶	۲,۶۶۲,۰۱۱

جدول ۱: شرایط تولید انرژی از طرف خصوصی با فرض پنهان کاری ارقام: کیلووات ساعت- ماخذ: نتایج پژوهش

در جدول فوق، ستون (۱) نشان دهنده میزان تولید انرژی پیشنهاد شده توسط برنده مزایده است. بر این اساس در سال آغاز بهره‌برداری از طرح (سال دوم قرارداد) میزان تولید انرژی ۲،۳۱۰،۳۴۰ کیلووات ساعت است، این عدد به ازای کارکرد ۳۲۹ روز در سال محاسبه شده است. به دلیل افت راندمان این عدد در هر سال– بر اساس مستندات تهیه شده توسط طرف دولتی برای مزایده و در فقدان مطالعات دقیق پیش ارزیابی – ۵ درصد کاهش پیدا خواهد کرد. بر اساس ستون شماره (۲)، اگر افت تولید نسبت به آنچه در اسناد مزایده ارائه شده است، تنها دو درصد کمتر باشد، در مجموع، تولید ۵,۰۴۷,۵۶۲ کیلووات ساعت انرژی توسط طرف خصوصی پنهان شده است. دلیل وقوع این امر، می‌تواند فقدان مطالعات پیش‌ارزیابی دقیق توسط طرف دولتی باشد.

بر اساس اعداد ستون شماره (۴)، اگر بر اساس محاسبات تدقیق افت در مطالعات پیش ارزیابی، افت محاسباتی ۴ درصد در نظر گرفته شود، در مجموع امکان افزایش تولید به میزان ۲,۶۶۲,۰۱۱ کیلووات ساعت نسبت به حالت بدون مطالعات پیش ارزیابی، وجود خواهد داشت. در این حالت فرض می‌شود که مطالعات پیش ارزیابی توسط طرف دولتی انجام شده و در نتیجه آن افت تولید به جای ۵ درصد، ۴ درصد برآورد شده است، اما کماکان این احتمال وجود دارد که طرف خصوصی تجهیزاتی با افت کمتر (۳ درصد) را نصب کرده باشد و در این حالت نیز باز احتمال پنهان‌کاری وجود دارد. لازم به ذکر این است این فرض جهت پردازش مدل های مالی و بررسی حالت‌های مختلف بازی، در زمانی است که مطالعات پیش ارزیابی وجود دارد، اما به جهت پیاده کردن تمام حالت‌های بازی متصور، این فرض در نظر گرفته

شده است. بر این اساس احتمال وجود دارد که طرف خصوصی در غیاب مطالعات پیش ارزیابی دقیق فنی طرف دولتی، نسبت به تولید مقدار بیشتری انرژی مبادرت ورزد.

۱-٤. مدل‌های مالی پایه

مدل‌های مالی پایه بر اساس استاندارد های موجود در وزارت نیرو پردازش گردیده است[۹].

در این مدل‌های نرخ بازده داخلی پروژه با لحاظ کلیه هزینه‌ها و درآمدهای طرح در طی یک دوره ۲۰ ساله مورد مقایسه قرار می‌گیرند. بر اساس قرارداد خرید تضمینی منعقده بین طرف خصوصی و دولت، این دوره ۲۰ ساله‌ی مشارکت شامل دوره ساخت و دوره بهره‌برداری است که در طول آن طرف خصوصی، علاوه بر پرداخت هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه، نسبت به بهره‌برداری و نگهداری از طرح اقدام نموده و در مواعد مقرر نسبت به بازسازی و تعمیرات اساسی[۱۰] تجهیزات اقدام نموده و در انتهای دوره بهره‌برداری، اقدام به برچیدن تجهیزات و ماشین‌آلات خود نموده و ساختگاه پروژه را بدون هیچ گونه هزینه‌ای، به طرف دولتی باز خواهد گرداند.

انتخاب طرف خصوصی، بر اساس خروجی‌های مدل مالی و تسهیم کردن طرف دولتی، در درآمدهای کسب شده از محل پروژه و توسط طرف خصوصی خواهد بود. در ابتدا مدل مالی اصلی بدون توجه به سهم هریک از طرفین در درآمد کسب شده پردازش می‌گردد. کلیه اطلاعاتی که مدل مالی بر اساس آن پردازش می‌گردد از جمله هزینه‌هایی که در ادامه به آن خواهیم پرداخت از نتایج مزایده انتخاب طرف خصوصی، که توسط شرکت آب و فاضلاب استان خراسان شمالی به‌عنوان طرف دولتی، برگزار گردیده، استخراج شده است.

- هزینه‌های پروژه

هزینه‌های مخارجی است که طرف خصوصی برای ایجاد، راهبری و نگهداری و تدوام بهره‌برداری از پروژه در طول دوره ۲۰ ساله‌ی مشارکت با بخش عمومی متقبل می‌گردد. این هزینه‌ها به سه دسته کلی شامل: الف) هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه؛ ب) هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری و ج) هزینه‌های نوسازی و بازسازی اساسی تقسیم می‌شوند.

هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه، شامل هزینه‌های طراحی، تامین تجهیزات، اجرا، نصب و همچنین راه اندازی می‌باشند که به قیمت‌های سال ۱۴۰۲، برابر با ۶۰،۰۰۰ میلیون ریال در نظر گرفته شده است.

هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری سالانه طرح شامل هزینه‌های پرسنلی و هزینه‌های تعمیرات و نگهداری سالانه، به قیمت‌های سال ۱۴۰۲، برابر با ۴،۰۰۰ میلیون ریال برآورد شده است.

هزینه‌های نوسازی و بازسازی اساسی، به صورت درصدی از هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه برای بخشی از اجزای طرح بوده که در طول دوره بهره‌برداری معمولاً یک یا دو بار اتفاق می‌افتد. در این بررسی، یک بار و در سال دهم بهره‌برداری، نوسازی و بازسازی اساسی اتفاق خواهد افتاد که به قیمت‌های سال ۱۴۰۲، برابر با ۱۱،۵۴۴ میلیون ریال است.

- درآمدهای پروژه

درآمدهای پروژه از محل خرید تضمینی برق در طول دوره بهره‌برداری و توسط وزارت نیرو تامین می‌گردد. قیمت خرید تضمینی برق هر ساله توسط وزارت نیرو تعیین می‌گردد و برای سال ۱۴۰۲ این عدد برابر با ۱۰،۸۰۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت انرژی تولیدی در خطوط انتقال آب بوده است. در مدل محاسباتی طرف خصوصی، برای تولید انرژی و با لحاظ تولید سالانه ۲،۳۰۱ مگاوات ساعت انرژی، درآمد کسب شده در سال اول بهره‌برداری معادل ۲۴،۸۵۴ میلیون ریال به قیمت‌های سال ۱۴۰۲ بوده است. در قراردادهای خرید تضمینی برق، مبلغ تعرفه مشمول ضریب سه پله کاهش نرخ خرید در ابتدای سال‌های هشتم، دوازهم و شانزدهم و معادل ۶۰ درصد می‌باشد.

- مفروضات محاسباتی

مدل‌های مالی بر اساس شرایط و مبانی ویژه‌ای پردازش می‌گردند. این مدل‌های به قیمت‌های ثابت پردازش شده‌اند. استفاده از مدل‌های قیمت ثابت در استانداردهای وزارت نیرو روشی مرسوم و پذیرفته شده است. در این حالت تأثیر تورم بر کلیه هزینه‌های طرح در طول دوره ساخت و بهره‌برداری یکسان در نظر گرفته می‌شود. لذا کلیه محاسبات با قیمت‌های ثابت سال ۱۴۰۲ انجام گرفته و نرخ تنزیل مورد استفاده در تعیین شاخص‌های مالی طرح، ۸ درصد بوده است (آریان، طیبه. ۱۳۸۲).

- مدل مالی بدون تسهیم درآمد

بر اساس اطلاعات پایه، مدل مالی تدوین گردیده است. بر اساس نتایج این مدل مالی، نرخ بازده داخلی پروژه ۱۸ درصد است که در مقایسه با نرخ تنزیل مورد استفاده در صنعت برق، در مدل‌های قیمت ثابت و بدون تورم، رقم قابل قبولی است. در این حالت

۹. راهنمای تهیه گزارش‌های فنی و مالی و نحوه ارجاع کار در پروژه‌های مشارکتی در بخش آب و فاضلاب، سازمان برنامه و بودجه کشور، نشریه شماره ۷۶۳، تهران، ۱۳۹۷.

10. Overhaul

ارزش حال خالص فایده‌های طرح، برابر با ۲۵،۱۶۰ میلیون ریال
است.

دوره	سال	سرمایه‌گذاری اولیه	اوراق	بهره‌برداری و نگهداری	تولید انرژی (کیلووات ساعت)	قیمت فروش برق (ریال/کیلووات ساعت)	درآمد فروش برق	پرداختی به طرف دولتی	خالص درآمد	اسهلاک	درآمد مشمول مالیات	مالیات	تراز نقدی
ساخت	۱	۶۰,۰۰۰		–		۱۰,۸۰۰		–			–		(۶۰,۰۰۰)
بهره‌برداری	۲			٤,۰۰۰	۲,۳۰۱,۳٤۰	۱۰,۸۰۰	۲٤,۸٥٤	–	۲۰,۸٥٤	۳,۱٥۸	۱۷,٦۹۷	٤,٤۲٤	۱٦,٤۳۰
	۳			٤,۰۰۰	۲,۱۸٦,۲۷۳	۱۰,۸۰۰	۲۳,٦۱۲	–	۱۹,٦۱۲	۳,۱٥۸	۱٦,٤٥٤	٤,۱۱۳	۱۹,٤۹۸
	٤			٤,۰۰۰	۲,۰۷٦,۹٥۹	۱۰,۸۰۰	۲۲,٤۳۱	–	۱۸,٤۳۱	۳,۱٥۸	۱٥,۲۷۳	۳,۸۱۸	۱٤,٦۱۳
	٥			٤,۰۰۰	۱,۹۷۳,۱۱۱	۱۰,۸۰۰	۲۱,۳۱۰	–	۱۷,۳۱۰	۳,۱٥۸	۱٤,۱٥۲	۳,٥۳۸	۱۳,۷۷۲
	٦			٤,۰۰۰	۱,۸۷٤,٤٥٥	۱۰,۸۰۰	۲۰,۲٤٤	–	۱٦,۲٤٤	۳,۱٥۸	۱۳,۰۸٦	۳,۲۷۲	۱۲,۹۷۳
	۷			٤,۰۰۰	۱,۷۸۰,۷۳۳	۱۰,۸۰۰	۱۹,۳۳۲	–	۱٥,۲۳۲	۳,۱٥۸	۱۲,۰۷٤	۳,۰۱۹	۱۲,۲۱۳
	۸			٤,۰۰۰	۱,٦۹۱,٦۹٦	۸,٥۲۳	۱٤,٤۱۹	–	۱۰,٤۱۹	۳,۱٥۸	۷,۲٦۱	۱,۸۱٥	۸,٦۰٤
	۹			٤,۰۰۰	۱,٦۰۷,۱۱۱	۸,٥۲۳	۱۳,٦۹۸	–	۹,٦۹۸	۳,۱٥۸	٦,٥٤۰	۱,٦۳٥	۸,۰٦۳
	۱۰		۱۱,٥٤٤	٤,۰۰۰	۱,٥۲٦,۷٥٦	۸,٥۲۳	۱۳,۰۱۳	–	۹,۰۱۳	۳,۱٥۸	(٥,٦۸۸)	–	(۲,٥۳۰)
	۱۱			٤,۰۰۰	۱,٤٥۰,٤۱۸	۸,٥۲۳	۱۲,۳٦۳	–	۸,٦٦۳	٤,۳۱۲	٤,۰٥۰	۱,۰۱۳	۷,۳٥۰
	۱۲			٤,۰۰۰	۱,۳۷۷,۸۹۷	۶,۷۲۷	۹,۲٦۹	–	٥,٦٦۹	٤,۳۱۲	۹٥۷	۲۳۹	٥,۰۳۰
	۱۳			٤,۰۰۰	۱,۳۰۹,۰۰۲	۶,۷۲۷	۷,۸۰٥	–	٤,۸۰٥	٤,۳۱۲	٤۹۳	۱۲۳	٤,٦۸۲
	۱٤			٤,۰۰۰	۱,۲٤۳,٥٥۲	۶,۷۲۷	۸,۳٦٥	–	٤,۳٦٥	٤,۳۱۲	٥۳	۱۳	٤,۳٥۲
	۱٥			٤,۰۰۰	۱,۱۸۱,۳۷٤	۶,۷۲۷	۷,۹٤۷	–	۳,۹٤۷	٤,۳۱۲	(۳٦٥)	–	۳,۹٤۷
	۱٦			٤,۰۰۰	۱,۱۲۲,۳۰٦	۵,۳۰۹	۵,۹۵۸	–	۱,۹۵۸	٤,۳۱۲	(۲,۳٥٤)	–	۱,۹٥۸
	۱۷			٤,۰۰۰	۱,۰٦٦,۱۹۰	۵,۳۰۹	۵,٦٦۰	–	۱,٦٦۰	٤,۳۱۲	(۲,٦٥۲)	–	۱,٦٦۰
	۱۸			٤,۰۰۰	۱,۰۱۲,۸۸۱	۵,۳۰۹	۵,۳۸۷	–	۱,۳۸۷	٤,۳۱۲	(۲,۹۲٥)	–	۱,۳۸۷
	۱۹			٤,۰۰۰	۹٦۲,۲۳۷	۵,۳۰۹	۵,۱۰۸	–	۱,۱۰۸	٤,۳۱۲	(۳,۲۰٤)	–	۱,۱۰۸
	۲۰			٤,۰۰۰	۹۱٤,۱۲٥	۵,۳۰۹	٤,۸٥۳	–	۸٥۳	٤,۳۱۲	(۳,٤٥۹)	–	۸٥۳

جدول ۲: مدل مالی کل در حالت بدون تسهیم درآمد **ارقام: میلیون ریال/ سال برآورد: ۱۴۰۲**

- مدل‌های مالی در تسهیم درآمد

بر اساس پیشنهاد طرف خصوصی منتخب، سالانه، ۹.۵ درصد از درآمدها به طرف دولتی داده می‌شود. اگر طرف خصوصی، تمام درآمد را به خود اختصاص می‌داد، نرخ بازده داخلی پروژه برای وی، ۱۸ درصد و ارزش حال خالص فایده‌های طرح برای طرف خصوصی برابر با ۲۵،۱۶۰ میلیون ریال بود. این کاهش ۹.۵ درصدی در درآمدهای طرف خصوصی باعث خواهد شد که نرخ بازده داخلی پروژه برای وی به ۱۴ درصد کاهش یابد و ارزش حال فایده خالص وی نیز به ۱۴،۷۱۸ میلیون ریال کاهش می‌یابد. در این حالت، ارزش حال درآمد خالص طرف دولتی، نیز برابر با ۱۴،۳۷۵ میلیون ریال برای دوره ۲۰ ساله قرارداد خواهد بود.

- بسط مدل‌های مالی در حالت‌های مختلف بازی

حالت‌های مختلف بازی، توسط طرف خصوصی و طرف دولتی، بر اساس تصویر شماره یک قابل تصور است. حالت‌های مختلف بازی عبارتند از:

- حالت اول (۱-۱): بدون مطالعات پیش ارزیابی توسط طرف دولتی
  - در حالت ۱-۱-۱- بدون مطالعات پیش‌ارزیابی و بدون پنهان کاری طرف خصوصی

حالت ۱-۱-۱ الف) بدون مطالعات پیش‌ارزیابی و بدون پنهان کاری طرف خصوصی و بازرسی طرف دولتی

حالت ۱-۱-۱ ب) بدون مطالعات پیش‌ارزیابی و بدون پنهان کاری طرف خصوصی و با بازرسی طرف دولتی

  - حالت ۱-۱-۲- بدون مطالعات پیش‌ارزیابی و با پنهان کاری طرف خصوصی

حالت ۱-۱-۲- الف) بدون مطالعات پیش‌ارزیابی و با پنهان کاری طرف خصوصی و بدون بازرسی طرف دولتی

حالت ۱-۱-۲-ب) بدون مطالعات پیش‌ارزیابی و با پنهان کاری طرف خصوصی و با بازرسی طرف دولتی

- حالت دوم (۱-۲): با مطالعات پیش ارزیابی توسط طرف دولتی
  - حالت ۱-۲-۱- با مطالعات پیش ارزیابی و بدون پنهان‌کاری طرف خصوصی

حالت ۱-۲-۱- الف) با مطالعات پیش ارزیابی و بدون پنهان‌کاری طرف خصوصی و بدون بازرسی طرف دولتی

حالت ۱-۲-۱-ب) با مطالعات پیش ارزیابی و بدون پنهان‌کاری طرف خصوصی و با بازرسی طرف دولتی

  - حالت ۱-۲-۲- با مطالعات پیش ارزیابی و با پنهان‌کاری طرف خصوصی

حالت ۱-۲-۲- الف) با مطالعات پیش ارزیابی و با پنهان‌کاری طرف خصوصی و بدون بازرسی طرف دولتی

حالت ۱-۲-۲-ب) با مطالعات پیش ارزیابی و با پنهان‌کاری طرف خصوصی و با بازرسی طرف دولتی

اتخاذ هر یک از حالت‌های فوق، توسط طرفین بازی، مقادیر درآمدی قابل تقسیم بین طرفین را تحت‌تأثیر قرار خواهد داد.

به طور مثال اگر طرف خصوصی، در ارائه اطلاعات درآمدی خود پنهان‌کاری کند، قطعاً ارزش حال فایده خالص وی افزایش خواهد یافت، اما اگر طرف دولتی، با احتمال ارائه اطلاعات غیر واقعی از سوی طرف خصوصی، نسبت به پرداخت هزینه بازرسی دوره‌ای اقدام کند، می‌تواند این پنهان کاری را تشخیص داده و در برابر آن، اقدام مقتضی اتخاذ کند.

در جدول شماره ۳، شاخص‌های مالی طرف خصوصی و طرف دولتی، در حالت‌های مختلف بازی ارائه گردیده است.

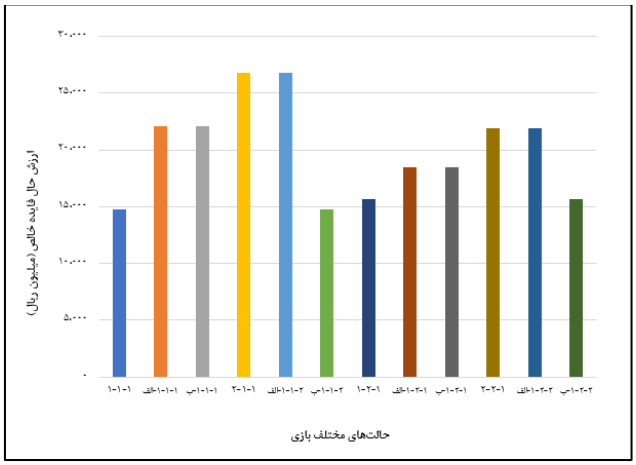
مطالعات پیش ارزیابی	پنهان کاری	بازرسی دوره‌ای	حالت	طرف	ارزش حال فایده خالص	نرخ بازده داخلی
ندارد (۱)	نمی‌شود (۱)	(حالت پایه)	۱-۱-۱	خصوصی	۱۴,۷۱۸	۱۴٪
				دولتی	۱۴,۳۷۵	---
		ندارد (الف)	۱-۱-۱-الف	خصوصی	۲۲,۰۵۹	۱۶٪
				دولتی	۲۰,۸۸۶	---
		دارد (ب)	۱-۱-۱-ب	خصوصی	۲۲,۰۵۹	۱۶٪
				دولتی	۱۹,۹۶۰	---
	می‌شود (۲)	(حالت پایه)	۱-۱-۲	خصوصی	۲۶,۷۹۴	۱۷٪
				دولتی	۱۴,۳۷۵	---
		ندارد (الف)	۱-۱-۲-الف	خصوصی	۲۶,۷۹۴	۱۷٪
				دولتی	۱۴,۳۷۵	---
		دارد (ب)	۱-۱-۲-ب	خصوصی	۱۴,۷۱۸	۱۳٪
				دولتی	۳۰,۱۶۵	---
دارد (۲)	نمی‌شود (۱)	(حالت پایه)	۱-۲-۱	خصوصی	۱۵,۶۲۶	۱۴٪
				دولتی	۱۴,۰۸۴	---
		ندارد (الف)	۱-۲-۱-الف	خصوصی	۱۸,۴۵۳	۱۵٪
				دولتی	۱۸,۴۲۵	---
		دارد (ب)	۱-۲-۱-ب	خصوصی	۱۸,۴۵۳	۱۵٪
				دولتی	۱۷,۵۶۷	---
	می‌شود (۲)	(حالت پایه)	۱-۲-۲	خصوصی	۲۱,۸۶۴	۱۶٪
				دولتی	۱۴,۰۸۴	---
		ندارد (الف)	۱-۲-۲-الف	خصوصی	۲۱,۸۶۴	۱۶٪
				دولتی	۱۴,۰۸۴	---
		دارد (ب)	۱-۲-۲-ب	خصوصی	۱۵,۶۲۶	۱۴٪
				دولتی	۲۱,۲۰۶	---

جدول ۳: جمع‌بندی نتایج در حالت‌های مختلف بازی **ارقام: میلیون ریال – درصد**
ماخذ: نتایج پژوهش

بر اساس نتایج جدول فوق، به طور مثال حالت (۱-۱-۱-الف)، بیانگر این است که از دیدگاه طرف دولتی (۱)، مطالعات پیش ارزیابی انجام نشده است (۱)، طرف خصوصی پنهان کاری نمی‌کند (۱) و طرف دولتی هم بازرسی دوره‌ای در طول دوره بهره‌برداری تجاری نمی‌کند (الف) که در این حالت ارزش حال فایده خالص طرف خصوصی برابر با ۲۲،۰۵۹ میلیون ریال و نرخ بازده داخلی وی ۱۶٪ است و در عین حال ارزش حال فایده خالص طرف دولتی نیز برابر با ۲۰،۸۸۶ میلیون ریال است. افزایش شاخص‌ها در این حالت نسبت به حالت پایه (۱-۱-۱) به این دلیل است که طرف خصوصی، توانایی تولید بیشتری داشته (بدلیل افت تولید کمتر در تاسیسات منصوبه) و این افزایش درآمد را با طرف خصوصی سهیم شده است.

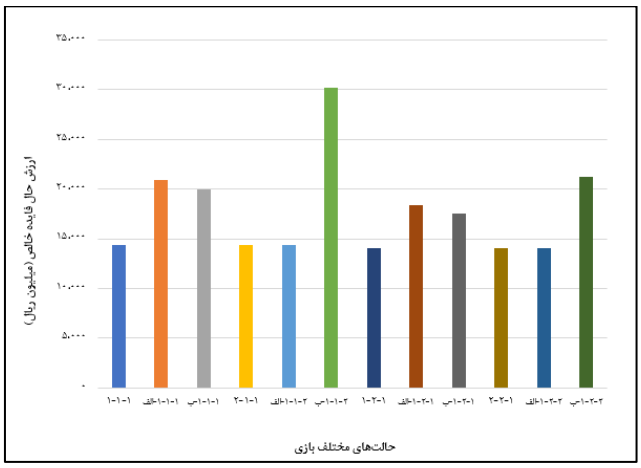
در نمودارهای ۱ الی ۳، ارزش حال فایده خالص طرفین در حالت‌های مختلف بازی با هم مقایسه شده است.

نمودار ۱: تغییر ارزش حال فایده خالص طرف خصوصی در حالت‌های مختلف بازی



ماخذ: نتایج پژوهش

نمودار ۲: تغییر ارزش حال فایده خالص طرف دولتی در حالت‌های مختلف بازی



ماخذ: نتایج پژوهش

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به تحلیل تعارضات قراردادهای مشارکت عمومی- خصوصی در استفاده از تولید انرژی برقابی از خطوط انتقال آب با رویکرد نظریه بازی‌ها پرداخته شد. از محدودیت‌های این مطالعه، فقدان آمارهای پایه قابل اتکا به خصوص از سوی طرف دولتی، در بلندمدت است. ماهیت بلندمدت قراردادهای مشارکت بخش عمومی – خصوصی، پدیده عدم تقارن اطلاعاتی را به‌عنوان تهدیدی بلندمدت برای این مدل‌ها، به همراه خواهد داشت. عدم تقارن اطلاعاتی و در نتیجه دسترسی یک طرف قرارداد به اطلاعات بیشتر و دقیق‌تر، منجر به تغییر شرایط قرارداد در بلندمدت خواهد شد. با استفاده از تئوری بازی‌ها، حالت‌های مختلف بازی مدلسازی شد و تلاش شد تا شرایط اولیه قرارداد، بر خروجی‌های مدل مالی، حاکم باشد. نتایج نشان داد که بهترین حالت بازی برای طرف دولتی (بیشترین ارزش حال خالص برای طرف دولتی)، هنگامی است که طرح مطالعات پیش ارزیابی نداشته، پنهان کاری وجود داشته و بازرسی دوره‌ای وجود داشته باشد (۳۰,۱۶۵ میلیون ریال) که در این حالت نرخ بازدهی داخلی طرف خصوصی، ۱۳ درصد خواهد بود. در طرف مقابل، بهترین حالت بازی برای طرف خصوصی (بیشترین ارزش حال خالص برای طرف خصوصی)، هنگامی است که طرح مطالعات پیش ارزیابی نداشته، پنهان کاری وجود داشته و بازرسی دوره‌ای وجود نداشته باشد (۲۶,۷۹۴ میلیون ریال) که در این حالت نرخ بازدهی داخلی طرح، ۱۷ درصد خواهد بود. در نهایت، در منطقی‌ترین حالت یعنی هنگامی که طرح مطالعات پیش ارزیابی داشته باشد، پنهان کاری وجود نداشته و بنابراین نیازی به بازرسی دوره‌ای

نباشـــد، نرخ بازدهی داخلی طرح، ۱۵ درصـــد خواهد بود و ارزش حال فایده خالص طرفین، تقریباً نزدیک به هم است.

پیشنهادها

۱) با توجه به رشد جایگزینی نیروگاه‌های برقآبی کوچک با شیرهای فشارشکن (کنترل دبی) جهت استهلاک انرژی مازاد در خطوط ثقلی انتقال آب در کشـــور که می‌تواند به بازیافت مقادیر قابل توجهی از انرژی منجر شـــود، وجود چارچوب‌های دقیق قراردادی و محاسباتی که در آن نقش و تأثیر طرفین قرارداد بر یکدیگر به خوبی تبیین شده باشد، ضرورت می‌یابد.

۲) از آنجاکه نتایج تحقیق نشـــان داد که اســـتفاده از مدل طراحی شـده در مطالعه حاضـر بر اسـاس نظریه بازی‌ها، قادر به تحلیل حالت‌های مختلف مدل‌های مشارکت عمومی- خصوصی در استفاده از تولید انرژی برقابی از خطوط انتقال آب می‌باشد، به مسئولان و برنامه‌ریزان مربوطه بویژه وزارت نیرو پیشنهاد می‌شود در قراردادهای مشـارکت عمومی- خصـوصـی از مدل یاد شـده استفاده کنند.

۳) به منظور جلوگیری از بروز رفتار فرصت‌طلبانه و طراحی مکانیسـم‌های مناسـب‌تر جهت رویارویی با پنهان‌کاری از سـوی سرمایه‌گذاران بخش خصوصی، بررسی هر چه دقیق‌تر هزینه‌های اجرای پروژه به کارشـــناســـان دولتی پیشـــنهاد می‌گردد. چرا که نتیجه این تحقیق نشـــان میدهد که با فرض وجود چنین پنهان کاری از طرف خصـــوصـــی، هزینه کرد برای تدقیق اطلاعات در مرحله انتخاب سرمایه‌گذار توجیه پذیر است.

۴) به منظور افزایش دقت پیشـنهادات ارائه شـده از سـوی سرمایه‌گذاران بخش خصوصی در فرآیندهای انتخاب سرمایه‌گذار، پیشـــنهاد می‌گردد که دولت جوایزی را تعیین کرده و به بهترین پیشـــنهاد اعطا نماید. این جایزه انگیزه ســـرمایه‌گذاران را جهت بررسی دقیق‌تر پروژه افزایش دهد. کارشناسان دولتی نیز می‌توانند حداقل‌هایی را برای موارد مورد نظر در قرارداد درج نمایند.

۵) با توجه به طولانی بودن مدت اجرای پروژه بهتر اســت در خلال اجرای پروژه، دوره‌های ثابت زمانی برای انجام مذاکره بین طرفین تنظیم شـــود تا هر گونه اختلافی با ســـرعت و دقت مشـخص شـده و مرتفع گردد. همچنین، در صـورت بروز تغییرات پیش‌بینی نشـــده در محدوده پروژه یا قیمت کالاها و مواد مورد نیاز، جلسـه فوق‌العاده ای برگزار شـده و اصـلاحات لازم صـورت پذیرد.

۶) وجود چنین مطالعاتی به طرف‌های بخش خصـــوصـــی، این هشـــدار را می‌دهد که در ارائه پیشـــنهاد و انجام پروژه، بکارگیری اطلاعات دقیق و منطبق بر واقعیت را در دســـتور کار قرار دهند.

۷) اگرچه امکان مذاکره مجدد همواره وجود دارد، لیکن دولت می‌بایست شرایطی را فراهم آورد که امید سرمایه‌گذار برای کسب امتیازات بیشتر را محدود کند. پایش مداوم و دقیق پروژه و حفظ ارتباط با سایر سرمایه‌گذاران این امر را می‌تواند میسر کند.

References

[1] Aryan, Tayyaba. (2003). *Proposing the Appropriate Discount Rate for Economic Evaluation*. Tehran: National Committee of Large Dams of Iran. (In Persian).

[2] Eskandary, M; Taghavifard, M; Raeesi Vanani, I; Ghazi Noori, S. (2021). "An Intelligent Hybrid Model for Determining Public-Private Partnership in Iranian Water and Wastewater Industry Based on Collective Tree Algorithms", *Journal of Water and Wastewater, 32*(1), 69-90. (In Persian).

[3] Goldust, Y.; Sadeghi Darvazeh, S.; Salehdoost, M.; Zavareh Hesari, A. (2022). "Risk Identification and Prioritization in Public-Private Partnership Water Transfer Projects (Case Study: Water Transfer Project to Safadasht Lands)", *Water and Wastewater*, *33*(2), 132-152. (In Persian).

[4] Greer, R.A., Lee, K., Fencl, A. et al. Public–Private Partnerships in the Water Sector: The Case of Desalination. *Water Resour Manage* 35, 3497–3511.

[5] Hajkandi, H; yasi, M; Mohammadi, M; Jamali, S. (2020). "Prioritizing the Construction of Hydropower Plants on Water Transmission Lines Using Multi-criteria Decision Making Methods", *Water Resources Engineering*, *13*(44), 13-27. (In Persian).

[6] Homayounfar, H; Ganji, A; Khalili, D; Mousavi, A. (2010). "A Model for Reservior Operation Based on the Game Theory". *Iran-Water Resources Research*, *6*(2(17)), 4-5. (In Persian).

[7] Jalali Naeini, G; Shahanaqhi, K; Emamian, S. (2014). "The Establishment of Financial Model in Order to Solve the Dispute in the Cooperative (Executive) Governmental- Private Contracts by Using Game Theory", *Management Research in Iran*, *18*(3), 1-24. (In Persian).

[8] Jang, W. Yu, G. Jung, W. Kim, D. (2018), Financial Conflict Resolution for Public-Private Partnership Projects Using a Three-Phase Game Framework, *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(3).

[9] Kucukali, S. (2015*), Water supply lines as a source of small hydropower in Turkey: A case study Edermit,* World Renewable Energy Congress- Sweden, 1400-1407, Linkoping, Sweden.

[10] Liang, Q. Hu, H. Wang, Z. Hou, F. (2019), A game theory approach for the renegotiation of Public-Private Partnership projects in Chinese environmental and urban governance industry, *Journal of Cleaner Production*, 238: 1179*52.*

[11] Liu, J. Yu, J. Yin, Y. Wei, Q. (2021), An evolutionary game approach for private sectors' behavioral strategies in China's green energy public–private partnership projects, *Energy Reports*, 7: 696-715.

[12] Mortezapour, M; Shahnazari, A; Khaledian, M. (2019). "Water Governance in the Sefidrud Basin Using the Theory of Games Approach", *Journal of Watershed Management Research*, *10*(19), 13-21. (In Persian).

[13] Nagkoulis, N., Katsifarakis, K.L. (2022), Using Game Theory to Assign Groundwater Pumping Schedules, *Water Resour Manage*, 36: 1571–1586.

[14] Pourrajabian, A; Rahgozar, S; Dehghan, M; Fattahi, A; Hamehkhani, A. (2019). "Feasibility study of harnessing hydro power for electricity generation in water transmission pipelines of Kermanshah city", *Iranian Journal of Ecohydrology, 6*(3), 781-792. (In Persian).

[15] Rassouli, B; Kheradyar, S; Banimahd, B. (2018). "Identify, Rank and Allocate Critical Risk the Stages of Public – Private Partnership by Delphi Technique in the Context of Resistance Economy (Case Study: Water and Sewage Industry of Guilan Province)", *Investment Knowledge*, *7*(27), 125-139. (In Persian).

[16] Roehrich J. K., Lewise M. A. and George G. (2014). Are Public-Private Partnerships a Healthy Option? A Systematic Review. Social Science and Medicine. Research Collection Lee Kong Chian School of Business.; http://ink.library.smu.edu.sg/lkcsb_research/4691.

[17] Salimifar, M; Ghadimi, A. (2015). "Comparing of Price Determination in Iranian Electricity Industry in BOT Models", *Iranian Energy Economics*, *4*(15), 119-144. (In Persian).

[18] Taraghi, M; Montaseri, M; Zarghami, M; Mianabadi, H. (2017). “Conflict Resolutions for Sustainable Water Resource Management; Case Study. Agricultural Economics”, *Iranian Journal of Agricultural Economics (Economics and Agriculture Journal)*, *11*(3), 131-160. (In Persian).

[19] Wei, S. Yang, H. Abbaspour, K. Mousavi, J. Gnauck, A. (2010), Game theory–based models to analyze water conflicts in the Middle Route of the South-to-North Water Transfer Project in China, *Water Research*, 44(8): 2499-2516.

[20] Yumurtaci, Z., Erdem, H. (2007). Economical analyses of build-operate-transfer model in establishing alternative power plants, *Energy conversion and Management*, 48(1), 234

[21] Ziaeipourroudsari, R; Beheshti, M. (2020). “Feasibility Study of Hydro Power Schemes Development in Urban Water Supply Systems by Analytic Hierarchy Process method (Case Study: Part of the Greater Tehran’s Water Mains Network)”, *Journal of Water and Soil Resources Conservation*, *9*(4), 21-33. (In Persian).