-- Journal of Economic Research-------
Volume 24, Issue 93, Summer 2024, 159-188
joer.atu.ac.ir
https://doi.org/10.22054/joer.2025.81073.1232

ATU PRESS

Dynamic Optimization of Oil Production and Estimation of the Effects of Taxation on the Income of the Oil Investor Company

Parisa Gholipour Feizi — Ph.D. Student in Oil and Gas Economics, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Ghodratollah Emamverdi * — Assistant Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Marjan Damnkeshideh — Assistant Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Aliasghar Esmaeilnia Ketabi — Assistant Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Since income tax may reduce the profits and optimal output of a production company, this research extends the concept to oil investor companies by analyzing the optimal oil production path for the Dalpari oil field between 2018 and 2037. Specifically, the study investigates the effects of income taxation on the investor company's discounted profit, optimal production rate, and changes in the production trajectory. Using a dynamic optimization framework based on the BELMAN model, several scenarios are explored and compared with the proposed production plan for the field. The results reveal that tax policy adjustments can influence the optimal production path. Depending on the scenario, these changes may have adverse or counterproductive impacts on the producer's interests.

Introduction

In projects for the exploration and extraction of resources such as oil, which require significant investments, governments, as the owners of the resource

* Corresponding Author: Ghemamverdi2@gmail. com
How to Cite: Gholipour Feizi, P., Emamverdi, G., Damnkeshideh, M. & Esmaeilnia Ketabi, A. (2024). Dynamic Optimization of Oil Production and Estimation of the Effects of Taxation on the Income of the Oil Investor Company. *Economics Research*, *24*(93), 159-188.

eISSN: 2476-6453 ISSN: 1735-210x Received: 31/ 8/2024 Revise: 31/5/2025 Accepted: 2/6/2025 Original Research

and the main employers, enter into contracts with domestic and mainly foreign oil investment companies to attract investment in this area. Therefore, the various financial and legal regulations present in different types of contracts can have significant effects on the behavior of the oil investor company and ultimately on the optimal production path. One of the key factors in evaluating investment opportunities is the existence of a transparent financial relationship between the host government and the investor through a clear and codified law. In this context, taxes play a decisive role in the financial relationship between the government and the investor. On one hand, taxes serve as a revenue-generating factor for governments and an incentive tool in international investment, while on the other hand, they are considered the most important factor in assessing the rate of return on investment, risk, and so on, making the evaluation of investment justification meaningless without taxes. Therefore, this research aims to examine and analyze how taxes are applied in various ways, including income tax and the imposition of royalties on the income of the oil investment company, and their effects on the optimal production path. Thus, the question before us is whether the consequences of such tax policies can impact the optimal production path.

In this research, an appropriate optimization model has been specified within the framework of taxation for a depleting resource like oil for Iran, and through a case study, it addresses how the removal of taxes affects the discounted profit rate, optimal production rate, and the optimal oil production path. This study is essentially conducted to highlight and reference the necessity of having an independent tax law in Iran's oil industry. Therefore, firstly, considering the history of exploitation in the Dalpari oil field and using the results of studies on the optimal oil production exploitation model in this field, the optimal oil production path from the Dalpari field is extracted within the framework of a dynamic optimization model for the time period from 2018 to 2037. Subsequently, the scenario of how income tax is imposed on the oil company and its impact on the extraction process of the optimal oil production path is examined.

Methodology and Methods

In this research, the optimal extraction model is specified using the optimal extraction theory of Pindyck (1981), whose theoretical basis essentially includes the optimal control problem of Richard Bellman (the maximum principle technique, which is the most comprehensive method for solving continuous optimal control problems in resource extraction such as oil) or the dynamic programming method. The theory of optimal control is a mathematical optimization method that seeks to find a control law for a given system. Additionally, to specify the dynamic optimization model of oil in the presence of income tax on the oil-producing company, the optimal optimization framework of Zhao et al. (2019) has been utilized. Like any optimal control model aimed at maximizing discounted profit, it includes a state variable or state equation that shows how the remaining reserves in each period are obtained by subtracting the previous period's production from the

remaining reserves of the previous period, as well as a control variable that indicates the field's production in each period, the discount factor, and the discount rate. The field's cost function is also dependent on oil production and the remaining reserves of the field in period t. In this model, the parameters of price, income tax rate, and the percentage of royalties or external ownership interest are considered, and the income tax is computable within the model. This research utilizes data related to the Dalpari oil field. The oil field under study is located in the southwest of Iran, 30 kilometers from the central processing unit of the Cheshmeh Khosh Dehloran field. Active oil extraction from this field began in 2000. The in-situ oil volume of the field is 315 million barrels, and the gas volume of the field is 122 billion cubic feet, with current production being approximately 20,000 barrels per day. Cumulative production from this field until 2017 was about 40 million barrels. Additionally, the estimated increase in production for the next 10 years is about 47 million barrels. The API of the oil in the field is 33, and the recovery factor of the field is 41.8 percent. It is worth mentioning that the data used in this project pertains to the existing data of the Dalpari field and the report related to the development and operation contract of the Dalpari oil field, which is modeled for a twenty-year period (2018-2037).

Results and Discussion

With the cost function and objective function specified, as well as the framework of the tax model, the optimal production path of oil from the Dalpari oil field is estimated based on various price scenarios, discount rates, and cost coefficient rates, along with testing various hypotheses such as the negative impacts of income tax on the optimal oil production rate in the first scenario, examining the simultaneous increase of the discount rate and oil price in the second scenario, and also the simultaneous increase of the discount rate and cost coefficient rate in the third scenario, addressing the enhancing and exacerbating effects of the mentioned factors. In the first scenario, the extraction of the optimal production path is executed with the help of changes in the discount rate, and then the effects of changes in the discount rate along with the imposition of income tax on the optimal production path are examined to determine the impact of income tax on the company's optimal production path. The execution of the discount rate scenario before applying the tax model and comparing the optimal production paths with the actual production values (proposed by the concerned oil company) show that although the actual path is more uneven than its simulated values, the slight distance between the simulated optimal paths and the planned path (proposed by the field) indicates that the optimal production rate of the model firstly corresponds with the optimal field rate and also remains constant with changes in the discount rate. With the imposition of tax constraints, the optimal production rate shows a more severe sensitivity compared to the state before the imposition of tax at various discount rates, and with further increases in the discount rate, extraction from the field declines to a lower level of production with a lower recovery factor. The results of this scenario indicate

that, according to previous findings and research, the policy of imposing income tax on the producer negatively affects the extraction process and the optimal oil production rate. The price changes applied in the second scenario show that with consecutive changes in oil prices during extraction, the optimal production rate increases, and along with the increase in production level, the recovery factor also significantly increases, leading to greater exploitation in the early years of production. Therefore, it can be confidently stated that the simultaneous increase of the discount rate and oil price can significantly reduce the negative effects of tax imposition on the optimal production rate and improve the optimal production path. By comparing the present value of the discounted profit of the producer along with the simultaneous increase in oil prices, the producer's profit significantly increases compared to the first scenario, despite the imposition of tax constraints. Thus, it can be concluded that in this scenario, the NPV of the company will have a significant increase compared to the first scenario. In the third scenario, changes in the discount rate along with the simultaneous increase in the cost coefficient rate indicate the high sensitivity of the proposed optimization model to changes in the cost coefficient, such that it exacerbates the negative effect of tax imposition on the optimal production path and severely reduces the net present value of the production project. Therefore, firstly, continuous increases in the cost coefficient rate lead to a decrease in the optimal production quantity of the field, accumulated production, and the recovery factor of the field, which causes the optimal production path to shift towards lower production levels. Additionally, with the imposition of tax constraints on the producer, this sensitivity increases further, such that this trend, with continuous increases in the cost coefficient compared to the first scenario, significantly reduces the optimal production rate and negatively impacts the optimal production path.

Conclusion

This research, conducted using real data from the Dalpari oil field, aims to simulate the optimal production path using a dynamic optimization model. This model not only provides a theoretical framework to demonstrate the dynamics of oil production but also effectively reflects the impacts of income tax on the oil investor company's optimal production path. To this end, the question is posed: Can the imposition of income tax on the oil investor company negatively affect the optimal production path? The modeling of this field has been simulated and analyzed under three scenarios: changes in the discount rate, price changes, and changes in the cost coefficient, to answer the research question and assumptions. As expected and in line with previous studies, the results from the sensitivity analysis of discount rates in the first scenario indicate that the imposition of income tax on the oil investor company can reduce the optimal production rate and negatively impact the optimal oil production path. Additionally, the results obtained in the second scenario show that a simultaneous increase in the discount rate and oil prices can significantly reduce the negative burden of taxation on the optimal oil production path. Finally, the results of the third scenario indicate that a

simultaneous increase in production costs along with the imposition of a tax on the oil investor company exacerbates the reduction in the optimal production rate and ultimately decreases the optimal oil production path. Therefore, the results obtained from all three scenarios not only provide a positive answer to the question posed in this research but also confirm the consistency of the sensitivity analysis results across different scenarios with previous studies.

Keywords: Imposition of tax on oil production, Dynamic optimization of oil production, Oil producing company.

JEL Classification: H71, Q48, C61

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

-- پژوهشنامه اقتصادی ---------
دوره ۲٤، شماره ۹۳، تابستان ۱٤۰۳، ۱۵۹-۱۸۸
joer.atu.ac.ir
https://doi.org/10.22054/joer.2025.81073.1232

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۶/۱۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۳/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۱۲
ISSN:۱۷۳۵-۲۱۰X
eISSN: ۲۴۷۶-۶۴۵۳

بهینه‌یابی پویای تولید نفت و برآورد اثرات وضع مالیات بر درآمد شرکت سرمایه‌گذار نفتی (IOC) (مطالعه موردی:میدان دالپری)

پریسا قلی‌پور فیضی — دانشجوی دکتری اقصاد نفت و گاز، گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران-ایران

قدرت الله امام وردی * — استادیار گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران-ایران

مرجان دامن کشیده — استادیار گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران-ایران

علی اصغر اسماعیل نیا کتابی — استادیار گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران-ایران

چکیده

با توجه به اینکه مالیات بر درآمد ممکن است موجب کاهش سود و تولید بهینه شرکت‌های تولیدی شود، این پژوهش در راستای تعمیم این مسئله به شرکت‌های سرمایه‌گذار نفتی، مسیر بهینه تولید نفت در میدان دالپری را طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۱۶ استخراج کرده و تأثیر وضع مالیات بر درآمد شرکت سرمایه‌گذار نفتی را بر سود تنزیل‌شده، نرخ تولید بهینه و تغییرات مسیر بهینه تولید بررسی می‌کند. این مطالعه در قالب چند سناریو و با استفاده از چارچوب مدل بهینه‌سازی پویا (مدل بلمن) انجام شده و نتایج حاصل با برنامه تولید پیشنهادی میدان مورد نظر مقایسه شده‌اند. یافته‌های حاصل از تحلیل سناریوهای مختلف نشان می‌دهد که اتخاذ سیاست‌های مالیاتی مشابه فرضیه مطرح‌شده، می‌تواند مسیر بهینه تولید را تحت تأثیر قرار دهد، به‌طوری‌که این تغییرات بسته به نوع سناریو ممکن است آثار منفی، تشدیدکننده یا معکوس بر منافع تولیدکننده داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: وضع مالیات برتولید نفت، بهینه‌یابی پویای تولید نفت، شرکت تولیدکننده نفتی
طبقه بندی JEL: C61 ،H71 ،Q48

* نویسنده مسئول: Ghemamverdi2@gmail. com

۱. مقدمه

معمولاً در پروژه‌های اکتشاف و استخراج منابعی چون نفت، که نیاز به سرمایه‌گذاری‌های کلانی دارند، دولتها به عنوان صاحب منبع و کارفرمای اصلی جهت جذب سرمایه در این حوزه وارد قراردادهایی با شرکت‌های سرمایه‌گذار نفتی داخلی و عمدتا خارجی می‌گردند. لذا قوانین متعدد مالی و حقوقی موجود در انواع قراردادها می‌تواند بر رفتار شرکت سرمایه‌گذار نفتی و در نهایت مسیر بهینه تولید اثرات قابل توجه‌ای داشته باشد. یکی از کلیدی ترین عوامل در ارزیابی فرصت‌های سرمایه‌گذاری، وجود رابطه مالی شفاف بین دولت میزبان و سرمایه‌گذار از طریق قانون مشخص و مدون می‌باشد. در این میان، مالیات نقش تعیین کننده‌ای در رابطه مالی بین دولت و سرمایه‌گذار ایفا می‌کند. چرا که از یک سو مالیات به عنوان یک عامل درآمدی برای دولتها و ابزار تشویقی در سرمایه‌گذاری بین المللی بوده و از سوی دیگر به عنوان مهمترین عامل ارزیابی نرخ بازگشت سرمایه و ریسک و غیره محسوب می‌گردد که در نهایت ارزیابی توجیه پذیری سرمایه‌گذاری بدون مالیات معنا نخواهد داشت. لذا در تحقیق حاضر سعی شده است تا چگونگی اعمال مالیات به طرق مختلف از جمله مالیات بر درآمد و همچنین وضع اجاره بها بر درآمد شرکت سرمایه‌گذار نفتی و اثرات آن بر روند مسیر بهینه تولید مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد. بنابراین سوال پیش روی ما این است که آیا تبعات چنین سیاست‌های مالیاتی، می‌تواند بر مسیر بهینه تولید اثرگذار باشد؟

در این تحقیق، ابتدا با توجه به سابقه بهره برداری در میدان نفتی دالپری و با استفاده از نتایج بررسی‌های الگوی بهره برداری بهینه تولید نفت در این میدان، مسیر بهینه تولید نفت از میدان دالپری در چارچوب یک مدل بهینه سازی پویا استخراج می‌گردد و در مرحله بعد اجرای سناریوی چگونگی وضع مالیات بر درآمد شرکت نفتی و اثرگذاری آن بر فرآیند استخراج مسیر بهینه تولید نفت مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مطالعه حاضر در ۶ بخش تنظیم شده است که بخش دوم شامل پیشینه تحقیق و مطالعات تجربی پیشین و مبانی نظری مرتبط با تحقیق می‌باشند. بخش سوم نیز به برآورد پارامترها، تصریح مدل و روش حل مدل اختصاص یافته است و در بخش چهارم یافته‌های تجربی

پژوهش بر اساس سناریوی مختلف و همراستا با فرضیه‌های تحقیق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. جمع بندی و نتیجه گیری و نیز ارائه پیشنهادات، دربخش پنجم ارائه شده است.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱. پیشینه تحقیق و مطالعات تجربی

پژوهش حاضر با تمرکز بر تأثیر سیاست مالیات بر تولید بهینه نفت انجام شده است تا پیامد وضع محدودیت‌های مالیاتی شرکت سرمایه‌گذار نفتی بر روی تولید بهینه نفت در قالب یک مدل بهینه‌یابی پویا مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد. از آنجایی که سوابق مطالعاتی و نظری در حوزه این پژوهش به لحاظ مسائل اقتصاد منابع موضوعی جدید بوده و در دو دهه اخیر بیشتر مورد توجه پژوهشگران عرصه اقتصاد قرار گرفته است لذا در زمینه گستردگی پژوهشی، مطالعات نسبتا زیادی انجام نگرفته است. از جمله اینکه در مطالعات داخلی، علی- رغم بررسی و مطالعه انواع رژیم مالی قراردادهای نفتی مختلف، مطالعات مجزایی در چارچوب موضوع "مالیات نفت" انجام نگرفته است. در قراردادهای فعلی کشور، شرکت ملی نفت ایران ناچار است به نیابت از سرمایه‌گذار خارجی و در چارچوب قراردادی نسبت به پرداخت مالیات اقدام نماید. تحلیل اقدامات وتجارب کشورهای نفتی فعال در حوزه مالیات نفت و گاز، بیانگر این مطلب است که طراحی سیستم مالیاتی مجزا برای صنایع نفت و گاز غیر قابل اجتناب بوده و شفاف سازی رابطه مالیاتی بین دولت و سرمایه‌گذار تنها از طریق قانون مستقل مالیات نفت قابل تحقق می‌باشد. (پیله ور فروش، میثم ۱۳۸۳) لذا سابقه پژوهشی این موضوع با وجود انواع مشوق‌های مالیاتی و رانتی به ویژه در ارتباط با موضوع تحقیق حاضر با مطالعه کانس[1] (۲۰۰۳) مرتبط است. کانس اثرات مشوق‌های مالیات‌های نفتی دولت را برای اولین بار در چارچوب یک مدل بهینه‌یابی پویا که بر اساس مدل بهینه- سازی پیندیک می‌باشد، روی مسیر تولید بهینه ی نفت مورد بررسی قرار داد. این مطالعه در حقیقت اثرات مشوق‌های مالیاتی آمریکا را به تفکیک ۲۰ ایالت مختلف و طی دورهٔ ۲۰۰۰-۱۹۷۰ بر روی مسیر بهینه تولید نشان می‌دهد و برای اولین بار به وجود تغییرات بالقوه در هزینه‌های اکتشاف و استخراج در تعامل با سطوح مالیاتی دولت می‌پردازد. مدل تصریح شده در این مطالعه که در حقیقت اثرات تغییر در میزان مالیات بر روی چرخه اکتشاف ، ذخایر و

1. Kunce (2003)

تولید را تا اواسط قرن ۲۱ مورد شبیه‌سازی قرار داده است همان مسئله حداکثرسازی مدل کنترل بهینه می‌باشد. نتایج کلی مطالعه کانس نشان می‌دهد که وجود مشوق‌های مالیاتی در قالب کاهش نرخ‌های مالیاتی منجر به کاهش قابل توجهی از درآمد مالیاتی دولت می‌شود اما اثرات نسبتا اندکی بر روی مسیر بهینه تولید دارد و تخفیفات ناقابل دو درصدی(در مطالعه حاضر مربوط به قوانین فدرال آمریکا) نمی‌تواند تأثیرات بزرگی بر روی نقطه بهینه تولید بگذارد در نتیجه تخفیفات مالیاتی باید چشمگیر باشد.

جان‌هارتویک[1](۱۹۸۲) که با مطرح نمودن قاعده‌ای تحت عنوان قانون‌هارتویک در زمینه پس انداز کردن سود حاصل از استخراج منابع طبیعی تجدیدناپذیر معروف است. با ارائه مقاله‌ای تحت عنوان رانت‌های افتراقی منابع و دو نظریه ارزش گذاری منابع تجدید ناپذیر کشور آمریکا به بررسی سپرده‌هایی تحت عنوان اجاره بها در یک مدل زمانی گسسته پرداخته است. نظریات او که در رابطه با تولید بهینه منابع تجدید ناپذیر و سرمایه‌گذاری حاصل از رانت یا اجاره بهای این منابع می‌باشد. نشان می‌دهد که هر چه قدر میزان دریافت و پس انداز اجاره و رانت حاصل از تولید منابع تمام شدنی بیشتر باشد و این سرمایه‌گذاری به طور تکرارپذیر بر روی صنایع انجام بگیرد تا حدی مشکل اخلاقی نسل فعلی را حل می‌کند.

حلمی و همکاران[2](۱۹۹۲) در مقاله‌ای تحت عنوان استخراج بهینه منابع نفتی(یک رویکرد تجربی) به تجزیه و تحلیل مالیات بر درآمد شرکت‌های تولیدکننده نفت در ایالات متحده آمریکا با رویکرد بهینه سازی پویا پرداخته اند. نتایج بدست آمده تنها با وجود هزینه‌های ثابت و بدون هزینه‌های متغیر و با وجود مالیات نشان می‌دهد که چگونه نرخ‌های تنزیل بالاتر برنامه تولید را طولانی تر کرده و تولید بهینه را کاهش می‌دهد.

روبرت[3](۱۹۹۳) در تحقیق خود با عنوان مالیات، تخلیه، رفاه:مطالعه شبیه سازی منابع نفتی ایالات متحده آمریکا به تحقیق در مورد اثرات مالیات بر اکتشاف و تولید نفت در آمریکا می‌پردازد. مدل استفاده شده در این تحقیق یک مدل تعادل جزئی است و صنعت نفت را به عنوان یک شرکت نماینده حداکثر کننده ارزش فعلی می‌بیند. پارامترهای توابع مربوط به داده‌های عملیات نفتی ایالات متحده در ۴۸ منطقه خشکی تخمین زده می‌شود. نتایج شبیه

1. John M. Hartwick (1982)
2. Helmi and et al. (1992)
3. Deacon Robert (1993)

سازی شده نشان می‌دهد که مالیات بر درآمد شرکت‌ها اثر شدیدی بر روی نرخ بهینه تولید ندارد.

همچنین لیتی و لین[1] (۲۰۱۲) نیز در چارچوب مدل بهینه‌یابی کانس به بررسی اثرات تغییر نرخ مالیات روی مسیر بهینهٔ‌تولید نفت پرداختند. بررسی این تغییرات در نرخ‌های مالیاتی متفاوت و درصد حق‌المتیاز اجاره نامه می‌باشد و به طور وضوح اثر تغییر و تعدیل نرخ مالیات را بر روی نرخ بهینه نشان می‌دهد. مدلسازی این تحقیق که بر روی هفت میدان نفتی واقع در آلاسکا انجام گرفته است نیز به روش مسئله کنترل بهینه بلمن می‌باشد. تابع هزینه پویای مورد استفاده در این مطالعه، یک مدل تابع پایه و بیس می‌باشد که میانگین هزینه‌های استخراج نفت را به صورت کالیبره شده نشان می‌دهد که در این مطالعه به کل هزینه‌های سرمایه‌ای گسترش داده شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که پیرو تحقیقات قبلی، تغییرات نرخ مالیات به طور صرف و به تنهایی نمی‌تواند اثر قابل ملاحظه‌ای بر روی مسیر تولید بهینه نفت داشته باشد، اما برخلاف مطالعات پیشین، این مطالعه نشان می‌دهد که ساختار سیاست مالیاتی می‌تواند با تغییرات همزمان نرخ تنزیل به گونه‌ای عمل کند که با کاهش در سود خالص اجتماعی، بر روی مسیر تولید بهینهٔ‌اقتصادی اثرگذار باشد.

اریکسون و دیگران[2] (۲۰۱۷) نیز جهت تخمین اثر یارانه‌ها روی سودآوری و توسعه پروژه‌های نفتی از روش بهینه سازی در چارچوب مدل تعادل جزئی بهره گرفتند تا اثرات حذف برخی یارانه‌ها و سیاست‌های حمایتی را بر روی رفتار تولید و همچنین انتشار آلودگی بررسی کنند. نتایج این تحقیق که جهت ارزیابی تأثیر یارانه‌های عمده و فدرال دولتی آمریکا بر روی رفتار تولیدی شرکت‌های تولیدکننده نفتی آمریکا انجام گرفته است، نشان می‌دهد که اولاً وجود انواع مشوق‌های مالیاتی و یارانه‌ها تقریبا نیمی از سرمایه‌گذاری‌های نفتی جدید و در حال توسعه را به سودآوری سوق می‌دهد و در نتیجه به طور بالقوه می‌تواند تولید نفت آمریکا را تا ۱۷ بیلیون بشکه طی چند دهه آینده افزایش دهد. اما از سوی دیگر نیز به آلودگی بیشتر آب و هوا دامن می‌زند.

ژائو و همکاران[3] (۲۰۱۹) اثر حذف معافیت‌های مالیاتی تولید کننده را در مرحله اکتشاف و توسعه و تولید بر روی مسیر بهینه تولید نفت و با شبیه سازی تابع تولید انجام دادند. این

1. Leighty & Lin (2012)
2. Erickson et al. (2017)
3. Zhao et al. (2019)

مطالعه بر روی چندین شرکت نفتی حوزه خلیج مکزیک انجام گرفته است و مدل کنترل تصریح شده در این تحقیق یک مدل بهینه‌یابی پویا می‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که اثر حذف معافیت‌های مالیاتی نرخ بهینه تولید را به شدت کاهش می‌دهد.

امیلیو کاستیلو[1](۲۰۲۱) در مقاله‌ای با موضوع اثرات حق امتیازها مبتنی بر سود و اکتشاف مواد معدنی در مراحل اولیه تولید که با روش استخراج بهینه‌هاتلینگ و برای دو تغییر نرخ مالیاتی در سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۱۰ برای کشور شیلی انجام داده است نشان می‌دهد که نتایج متوسط اثرات ناهمگن قابل توجهی بر اساس نوع شرکت وجود دارد. به طوریکه شرکت‌های جوان تا حد زیادی بودجه خود را کاهش دادند در حالی که شرکت‌های بزرگ بودجه خود را برای اکتشافات بیشتر افزایش داده اند. تصمیمات خروج نیز برای شرکت‌های جوان بیشتر از شرکت‌های بزرگ بوده است.

جیسون براون و همکاران[2] (۲۰۲۰) با مطالعه مالیات متغیر مکانی و استخراج منابع تأثیر مالیات بر حفاری نفت در ایالات متحده آمریکا و با استفاده از یک مدل بهینه‌یابی پویا نشان دادند که سرمایه‌گذاری شرکت نفتی در ایالات متحده به تغییرات در نرخ‌های مالیات ایالتی واکنشی غیر قابل انعطاف دارد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که واکنش‌های سرمایه‌گذاری شرکت به تغییرات قیمت و مالیات از نظر کیفی برای منابعی که در سراسر حوزه‌های قضایی قابل تجارت هستند متفاوت است.

کیلی هوی[3](۲۰۲۳) پاسخ‌های نامتقارن به تفکیک انواع مالیات:مطالعه موردی تولید زغال در غرب ویرجینیا، در این تحقیق که از داده‌های کل و سطح معدن ذغال سنگ ویرجینیا برای تجزیه و تحلیل تغییرات در تولید زغال سنگ استفاده شده است که اثرات اعمال مالیات ۵۶ سنتی بر تن در ویرجینیای غربی در سال ۲۰۰۵ و همچنین تأثیر لغو بعدی این مالیات در سال ۲۰۱۶ را بررسی می کند. نتایج نشان می‌دهد که افزایش مالیات هیچ تأثیر قابل‌توجهی بر تولید کل یا در سطح معدن نداشته است. در مقابل کاهش مالیات منجر به افزایش ۸/۱۱ درصدی در کل تولید زغال سنگ و افزایش ۴/۲۴ درصدی در تولید معدن شده است. در این تحقیق سعی شده است تا با تصریح یک مدل بهینه‌یابی مناسب با وجود چارچوب مالیاتی برای منبع پایان‌پذیری چون نفت برای کشور ایران و در قالب یک مطالعه

1. Emilio Castillo (2021)
2. Jason P. Brown and et al. (2020)
3. Kyle A. Hoy (2023)

موردی، به چگونگی اثرگذاری حذف مالیات بر روی نرخ سود تنزیل شده، نرخ تولید بهینه و مسیر بهینه تولید نفت پرداخته شود. این مطالعه در حقیقت به جهت الهام و استناد به ضرورت وجود قانون مالیاتی مستقل در صنعت نفت ایران انجام گرفته است.

۲-۲. مبانی نظری

در این تحقیق جهت تصریح مدل از نظریه استخراج بهینه پیندیک[1](۱۹۸۱) بهره گرفته شده است که مبنای نظری آن در حقیقت شامل مسئله کنترل بهینه ریچارد بلمن[2] (تکنیک اصل ماکزیمم که کاملترین روش برای حل مسائل کنترل بهینه پیوسته در استخراج منابعی چون نفت است) یا همان روش برنامه ریزی پویا[3]می باشد استدلال پیندیک در ارائه نظریه خود این است که در بررسی منابع پایان‌پذیر نباید هزینه نهایی را ثابت در نظر گرفت، به عبارت دیگر هزینه نهایی تولید منبع پایان‌پذیر به میزان تولید و مقدار منبع وابسته بوده و تابعی خطی یا غیرخطی می‌باشد. هدف وی از اجرای این مدل تعیین سطح بهینه تولید از منابع پایان‌پذیر نفت می‌باشد به گونه‌ای که میزان سود حاصله از فروش نفت را ماکزیمم نماید. همچنین در مدل پیندیک قیمتها برونزا بوده و مهمترین سوالی که در این مدل مطرح می‌گردد این است که اگر قیمت منبع یک مسیر رشد برون‌زا را طی نماید، صاحبان منبع می‌بایست تحت چه استراتژی و با چه سرعتی به استخراج منبع بپردازند. (پیندیک و رابین فلد، ۲۰۱۳)[4]

پیندیک نظریه خود را در مقاله‌ای مبنی بر تولید بهینه از منابع پایان‌پذیر تحت شرایطی که قیمت برونزا و متغیر باشد ارائه می‌کند. وی برای حل این مسئله از تئوری کنترل بهینه بهره می‌گیرد:

$$Max\ V = \int_{t=0}^{T} (p_t q_t - C_t(q.S))e^{-rt}dt$$
$$s.t\ \ S^{\cdot} = -q\ .p^{\cdot} = \alpha p$$
$$S \geq 0.q(t) \geq 0.p(0) = p^{\cdot}.S(0) = S^{\cdot}$$

در مدل ارائه شده هدف یافتن میزان استخراج $q(t)$ است به طوریکه سود حاصل از بهره‌برداری توسط نرخ r تنزیل در طول زمان مورد نظر حداکثر گردد. در این مدل $R(t)$ میزان ذخایر و $C_t(q.S)$ هزینه استخراج است که تابعی از میزان استخراج و ذخایر می‌باشد.

1. Pindyck (1981)
2. Richard E. Bellman
3. Dynamic Programming
4. Pindyck, Robert, S. and Rubinfeld, Daniel, L. (2013)

در مدل فوق q متغیر کنترل و S متغیر وضعیت یا حالت است که وضعیت سیستم را در هر لحظه از زمان نشان می‌دهد. به گمان پیندیک زمانیکه قیمت برونزا یا به عبارتی قطعی است (مثلا حالت کارتلی اوپک)، فرضیات ساده‌ای که در رابطه با ویژگی‌های تابع هزینه و قیمت آینده است می‌تواند منجر به نتایج گمراه کننده‌ای شود. به نظر وی هزینه استخراج به سطح ذخایر و نرخ استخراج وابسته است و صاحبان منابع باید از بی تفاوت بودن نسبت به نرخ استخراج دوری کنند. همچنین وی اعتقاد دارد که عدم اطمینان قابل توجهی درباره قیمت نفت و دیگر منابع انرژی که کارتل تعیین می‌کند وجود دارد و سبب تحولات غیر قابل پیش بینی در بازار می‌گردد و اگر صاحبان منابع در ریسک بی طرف باشند، به طور یقین قیمت‌های آینده نرخ‌های تولید کنونی را دگرگون خواهند ساخت به نحوی که ویژگی‌های هزینه نهایی مشخص نیست. (پیندیک، ۱۹۸۰)

همچنین جهت تصریح مدل بهینه یابی پویای نفت با وجود وضع مالیات بر درآمد شرکت تولیدکننده نفتی، از چارچوب مدل بهینه‌یابی ژائو و همکاران[1] (۲۰۱۹) بهره گرفته شده است:

$$\pi = Max_{Qi} \sum_{t=0}^{T} B^t [P_t Q_t (1 - ROY) - (P_t Q_t - Cd_t) T_t - C_t + S_t]$$

$$s.t: Q_t \geq \frac{cp_t}{(1-ROY)P_t} \quad (۱)$$

$$R_t - R_{t+1} = Q_t \quad (۲)$$

$$R_t \geq 0 \quad (۳)$$

$$Q_t \geq 0 \quad (۴)$$

$$0 \leq ROY < 1 \quad (۵)$$

در تابع هدف فوق همانند هر مدل کنترل بهینه‌ای که هدف حداکثرسازی سود تنزیل شده می‌باشد، β فاکتور تنزیل و برابر با $\frac{1}{1+i}$ و i نیز نرخ تنزیل است. P_t قیمت نفت و Q_t تولید نفت در دوره t و C_t تابع هزینه میدان است که وابسته به تولید نفت در دوره ی t و ذخائر باقی مانده میدان در دوره ی t (R_t) می‌باشد. در مدل فوق cd_t مقدار کسر مالیات بر درآمد بوده و T_tنیز نرخ مالیات بر درآمد می‌باشد که جهت اعمال مالیات بر درآمد در مدل قابل محاسبه می‌باشد. ROY درصد بهره‌مالکانه است. در رابطه اول، که یکی از مهمترین محدودیت‌های این مسئله می‌باشد، در محدودیت فوق ROY(حق امتیاز یاهمان Royalty)

1. Zhao et al. (2019)

به عنوان نوعی نرخ مالیاتی و cp_t به عنوان هزینه‌های عملیاتی در سال t معرفی می‌گردند. محدودیت فوق به عنوان یک محدودیت اقتصادی مشخص می‌کند، زمانیکه هزینه‌های عملیاتی با درآمد خالص میدان برابر شود($cp_t = NR_t$) نقطه توقف استخراج محتمل می‌باشد. S_tنیز به عنوان یارانه مستقیم درآمدی است که به صورت یک جریان نقدی مثبت قابل اعمال به تابع هدف می‌باشد. رابطه (۲) معادله وضعیت است که نشان می‌دهد ذخائر باقی مانده در هر دوره با کسر کردن تولید دوره ی قبل از میزان ذخائر باقیمانده در دوره قبل بدست می‌آید. روابط دیگر نیز جزء محدودیت‌های مسئله است.

۳. روش شناسی تحقیق: برآورد توابع بر اساس اطلاعات میدان نفتی

در این پژوهش از اطلاعات و داده‌های مربوط به میدان نفتی دالپری بهره گرفته شده است. میدان نفتی مورد بررسی در جنوب غربی ایران و در ۳۰ کیلومتری واحد فرآورش مرکزی میدان چشمه خوش دهلران واقع شده است. عملیات اکتشافی این میدان در سال ۱۳۰۲و ۱۳۰۳با حفر ۲ چاه آغاز شد. عملیات چاه‌های اکتشافی حفر شده بعد از مدتی متوقف شد تا این که در سال ۱۹۷۸ طی عملیات اکتشافی جدید، چاه (DP-3)در مخزن بنگستان و در سال۱۳۸۳چاه دیگری (DP-4) در این میدان حفر شد در حال حاضر عملیات اکتشافی جدیدی برای این میدان در دست اجرا می‌باشد که شامل حفاری ۴ چاه تولیدی جدید و عملیات لرزه نگاری و خرید و نصب تأسیسات انتقال نفت، گاز و آب، نصب جریان سنج و در نهایت انجام مطالعات مهندسی و بررسی روشهای ازدیاد برداشت **(EOR)** [1]می باشد. شروع برداشت نفت از این میدان به طور فعال، از سال ۱۳۷۹ آغاز شده است. حجم نفت درجا میدان ۳۱۵ میلیون بشکه و حجم گاز میدان ۱۲۲ میلیارد فوت مکعب بوده و تولید فعلی آن حدود ۲۰هزار بشکه در روز می‌باشد. تولید انباشتی این میدان تا سال ۱۳۹۶ حدود ۴۰ میلیون بشکه بوده است. همچنین میزان افزایش تولید برای ۱۰ سال آتی حدود ۴۷ میلیون بشکه تخمین زده شده است. API نفت میدان مورد نظر ۳۳ و ضریب بازیافت میدان ۴۱/۸درصد است. لازم به ذکر است که داده‌های مورد استفاده در این پروژه مربوط به

1. Enhanced Oil Recovery

داده‌های موجود میدان[1] دالپری و همچنین گزارش مربوط به قرارداد[2] پروژه توسعه و بهره برداری میدان نفتی دالپری می‌باشد. که برای یک دوره بیست ساله (۱۴۱۶ تا ۱۳۹۷) مدلسازی می گردد.

۳-۱. برآورد تابع هزینه

در این تحقیق از تابع نمایی زیر برای برآورد تابع هزینه تولید نفت استفاده شده است که یک تابع نمایی مناسب و کالیبره شده جهت محاسبه نفت هزینه می‌باشد:

$$C_t = c_1 Q_t^{c_2} S_t^{c_3}$$

از آنجایی که لین(۲۰۰۹)، قندی و لین (۲۰۱۲)، لیتی و لین (۲۰۱۲) و طاهری فرد و دیگران (۱۳۹۴) از این تابع نمایی جهت محاسبه هزینه‌های سرمایه‌ای (که شامل هزینه‌های اکتشاف و استخراج است) وهزینه عملیاتی(هزینه‌های تولید نفت) استفاده کرده اند، در این مطالعه نیز به دو دلیل از تابع نماییفوق استفاده شده است: اولاً مناسب مدل بهینه‌یابی این پژوهش می‌باشد زیرا چنانکه در ادامه توضیح داده خواهد شد، پویایی‌های تولید نفت دراین تابع هزینه لحاظ گردیده است و همچنین می‌توان گفت که به لحاظ ریاضی تابعی خوش رفتار می‌باشد. در این تابع S حجم ذخیره نفت (به میلیون بشکه)و Q مقدار تولید سالانه نفت از میدان (به میلیون بشکه)را در هردوره نشان می‌دهد و c_1 ضریب ثابت هزینه جهت کالیبره کردن معادله است. c_2 که رابطه بین هزینه‌ها و تولید را نشان می‌دهد باید مقداری مثبت و بیشتر از یک داشته باشد و با توجه به محاسبات طاهری فرد و همکاران (۱۳۹۴) برابر ۱۴/۱ می‌شود. پارامتر c_3 رابطه حجم ذخیره باقیمانده نفت با هزینه تولید را نشان می‌دهد که از نظر تئوریک رابطه معکوسی است زیرا کاهش ذخایر قابل استحصال، معمولاً کاهش فشار مخزن و نیاز به فشار افزایی و یا حفر چاههای تولیدی بیشتر را به همراه دارد که می‌توان با قاطعیت از افزایش هزینه‌های تولید در ازای کاهش حجم ذخایر قابل استحصال سخن گفت. بنابراین باید مقدار آن منفی و کمتر از یک باشد چنانکه در مقاله لیتی و لین (۲۰۱۲) میزان این پارامتر منفی ۵۴/۰ برآورد شده است.

1. Revised Master Development Plan

۲. مایلستون زمانی مربوط به پروژه توسعه و بهره برداری میادین نفتی چشمه خوش، دالپری و پایدار شرق(کارفرما شرکت ملی ایران و سرمایه‌گذار عمده یک شرکت خارجی(سهم ۸۰ درصدی)می باشد):شرکت مهندسی و توسعه نفت ایران، نوامبر۲۰۲۳.

۳-۱-۱. برآورد ضریب هزینه c_1

برای برآورد این ضریب از روش کالیبراسیون[۱] بهره می‌گیریم که به صورت یک ضریب ثابت وارد مدل می‌شود:

$$c_1 = \frac{C}{\overline{S}^{-.54}\,\overline{Q}^{1.14}}$$

برای حالت کالیبراسیون، در صورت این کسر میانگین هزینه سالانه تولید نفت در تولید سالانه نفت را داریم که برای این تحقیق برابر ۴/۳۱ میلیون دلار است که بر حاصل ضرب میانگین تولید میدان که حدود۳/۷ میلیون بشکه (حدود۲۰هزار بشکه در روز) و مقدار حجم ذخیره اولیه و ثانویه در شرایط تثبیت فشار به تخلیه کامل میدان تقسیم می‌شود.

از آنجایی که تمامی عوامل برونزای نفت، به طور مشخص بر قیمت نفت تأثیرگذار هستند، مجموع تأثیرات این عوامل برهزینه‌های تولید نفت را می‌توان با تقریب مناسبی، به صورت غیرمستقیم و از راه برآورد تأثیر تغییرات قیمت نفت بر تغییرات هزینه‌های تولید، به صورت مقدار $d(t)$ وارد تابع هزینه کرد. لذا در این پژوهش به دلیل عدم دسترسی به آمار هزینه‌های سرمایه‌ای تولید نفت، جهت محاسبه همبستگی[۲] میان قیمت نفت و میانگین هزینه‌های تولید از ضریب همبستگی[۳] طاهری فرد و دیگران(۱۳۹۴) برای این مقدار بهره گرفته شده است که به شکل زیر می‌باشد:

$$d(t) = 0.28\frac{p_t - p_{1999}}{p_t}$$

مقدار۰/۲۸ نشان دهنده درصد همبستگی قیمت نفت و شاخص هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی می‌باشد. در نتیجه تابع هزینه به صورت زیر بازنویسی می‌شود:

$$C_t = d(t)c_1 Q_t^{C_2} S_t^{C_3}$$

بنابراین نرخ ضریب هزینه به صورت $0/33 \le \mathrm{d(t)}c_1 \le 16/33$ قابل محاسبه و تحلیل می‌باشد.

---

۱. طاهری فرد (۱۳۹۴)

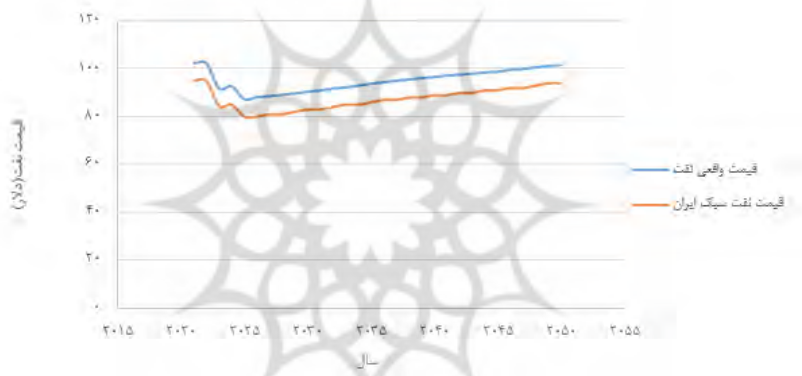
2. Correlation

۳. در پژوهش طاهری فرد(۱۳۹۴) جهت محاسبه درصد همبستگی قیمت نفت خام با شاخص هزینه‌های تولید نفت از داده‌های معتبر موسسه اطلاعات و آمار IHS استفاده شده است.

۳-۲. برآورد و پیش بینی قیمت نفت

در این مطالعه، از مدل قیمتی برونزای معین جهت برآورد قیمت نفت خام استفاده شده است ک جهت پیش بینی قیمت نفت از گزارشات سالانه EIA [1](سازمان آمار انرژی فدرال ایالات متحده آمریکا) استفاده شده است. پیش بینی EIA در سال ۲۰۲۳ بر اساس نفت خام برنت بوده است. با توجه به مطالعه قربانی و همکاران(۱۳۹۴)، بررسی تاریخچه روند قیمت نفت سبک ایران و برنت نشان می‌دهد که بطور متوسط نفت برنت ۷/۲ دلار برای هر بشکه گرانتر از نفت سبک ایرن است. با کسر مقدار فوق از پیش بینی نفت خام برنت، قیمت نفت سبک ایران بدست می‌آید که در نمودار (۱) نشان داده شده است.

نمودار ۱



مأخذ: EIA outlook 2023

قیمت نفت به عنوان یک فاکتور مهم دیگری است که در طول سال‌های مورد بررسی می‌تواند روند متفاوتی را به همراه داشته باشد. بنابراین پیرامون قیمت گذاری نفت می‌توان سناریوهای متفاوت قیمتی را مطرح نمود که در تحقیق موردنظر تحلیل حساسیت با حدود ۲۰ درصد قیمت پایه یعنی ۵۰ دلار در هر بشکه نفت تا سقف ۱۰۰ دلار مورد تحلیل قرار گرفته است.

1. Energy Information Administration

۳-۳. برآورد نرخ تنزیل

در این مطالعه جهت تحلیل، ارزیابی و مقایسه بهتر مسیرهای بهینه تولید و برای اجتناب از انتخاب نرخ تنزیل دلخواه و مطلق سعی شده است از نرخ تنزیل‌های متفاوت جهت آزمون و تحلیل حساسیت در سناریوهای مختلف بهره گرفته شود. لازم به ذکر است که در تمام سناریوها نرخ تنزیل تا پایان دوره مورد بررسی بدون نوسان فرض شده است.

۳-٤. برآورد نرخ مالیات بر تولید شرکت و اجاره بها

در قرادادهای مختلف، شرایط و درصدهای متنوعی برای اجاره بها در نظر گرفته می‌شود که معمولاً بین ۸ تا ۱۵ درصد درآمد ناخالص می‌باشد(که تعیین مقدار دقیق آن با توجه به مقدار تخمین بهره دهی چاه‌ها وحوزه‌های نفتی متغیر است) و بدون توجه به اینکه عملیات نفتی سودآور بوده یا نبوده، بلافاصله از محل فروش نفت یا گاز به دولت پرداخت می‌شود. این رقم در قراردادهای مشارکت در تولید قبل از انقلاب ۱۲/۵ درصد و بعد از عقد قرارداد الحاقی با کنسرسیوم نفت تا ۲۰ درصد افزایش یافته است(امیر معینی، ۱۳۸۵، ص ۱۲۱) بنابراین با توجه به مقادیر عددی گفته شده و مطالعه تحقیقات و پروژه‌های نفتی ایران، مقدار این پارامتر در تحقیق حاضر برابر ۱۲/۵ در نظر گرفته شده است. همچنین از آنجایی که در قانون مالیاتهای مستقیم مصوب اسفندماه سال ۱۳۶۶ و اصلاحات بعدی آن (اصلاحات مصوب ۱۳۸۰/۱۱/۲۷) نرخ مالیات بر درآمد اشخاص حقوقی خارجی همانند اشخاص حقوقی داخلی، طبق تبصره ۲ ماده ۱۰۵ قانون مذکور ۲۵٪ می‌باشد، مقدار پارامتر نرخ مالیات بر درآمد نیز مقدار مذکور در نظر گرفته شده است.

۳-۵. حل مدل

نظریه کنترل بهینه، یک روش بهینه سازی ریاضی است که در پی یافتن قانون کنترل برای یک سیستم معین است. روش عمومی در حل مسائل کنترل بهینه اصل بهینگی بلمن می‌باشد که به شکل زیر تشکیل می گردد:

$$V(s_t) = max_{Q_t}[P_t Q_t - C(S_t . Q_t)] + \beta V(S_{t+1}) \quad (1)$$

$$Subject\ to:$$

$$S_t - Q_t = S_{t+1} \quad (2)$$

در معادله (۱) مسئله T دوره‌ای تبدیل به یک مسئله ۲ دوره‌ای بازگشتی[1] می‌شود که از اصل بهینگی بلمن پیروی می‌کند. (آددا، کوپر، ۲۰۰۲)[2]، یکی از روش‌های حل برنامه ریزی پویا و معادله بلمن با دوره متناهی استقرای عقب‌گرد[3] است. همانطور که از نام روش مشخص است برای حل معادله بلمن از دوره آخر شروع کرده و مرحله به مرحله به عقب بر می‌گردیم، بدین ترتیب که ابتدا قید ۲ را بازنویسی می‌کنیم:

$$S_t - Q_t = S_{t+1} \Longrightarrow Q_t = S_t - S_{t+1} \quad (۳)$$

سپس با جایگذاری قید ۳ در قید ۱ قید ۴ به شکل زیر بدست می‌آید:

$$V(S_t) = Max_{S_{t+1}}[P_t(S_t - S_{t+1}) - C(S_t,S_{t+1})] + \beta v(S_{t+1}) \quad (۴)$$

حال از دوره آخر شروع می‌کنیم. از آنجایی که در دوره آخر میزان ذخایر باید به صفر برسد داریم :

$$V_0(S_{t+1}) = 0 \quad (۵)$$

$$S_{T+1} = 0 \quad (۶)$$

با جایگذاری (5) و (6) در (4)معادله بلمن به شکل زیر در می‌آید:

$$V_1(S_t) = [P_T.S_T - C(S_T)] \quad (۷)$$

با مشخص شدن $V_1(S_t)$ یک مرحله به عقب می‌رویم. معادله بلمن جدید بدین صورت نوشته می‌شود:

$$V_2(S_t) = Max_{S_{t+1}}[P_t(S_t - S_{t+1}) - C(S_t.S_{t+1})] + \beta V_1(S_{t+1}) \quad (۸)$$

با جایگذاری (7)در (8) و استخراج شرط مرتبه اول داریم:

$$\frac{\partial V_2(S_t)}{\partial S_{t+1}} = -P_t - \frac{\partial C(S_t.S_{t+1})}{\partial S_{t+1}} + \beta P_{t+1} - \frac{\partial C(S_{t+1})}{\partial S_{t+1}} = 0 \quad (۹)$$

با حل معادله (9) و تعیین S_{t+1} ، مقدار بهینه تابع $V_2(S_t)$ مشخص می‌شود.

در این مرحله دوباره به مانند مرحله قبل یک مرحله به عقب باز می‌گردیم. این بار $V_2(S_t)$ در سمت راست معادله بلمن جدید جایگزین شده و شرط مرتبه اول استخراج می‌شود. این عمل تا دوره مورد نظر ادامه می‌یابد. بدیهی است که در بسیاری از موارد حل تحلیلی استقرای عقب‌گرد غیر ممکن است و بعد از چند مرحله معادله بلمن جدید بسیار پیچیده می‌شود.

1. Recursive
2. Jerome Adda and Russell Cooper
3. Backward induction

بنابراین در اکثر اوقات معادله بلمن به یک روش عددی در کامپیوتر در برنامه‌هایی مانند متلب[1]، پایتون[2]، اکسل[3] و... حل می‌شود.

٤. تجزیه و تحلیل نتایج بر اساس سناریوهای مختلف

در این قسمت، با مشخص بودن تابع هزینه و تابع هدف و همچنین چارچوب مدل مالیات، به برآورد مسیر بهینه تولید نفت از میدان نفتی دالپری بر اساس سناریوهای مختلف قیمتی ، نرخ تنزیل و نرخ ضریب هزینه همراه با آزمون فرضیه‌های مختلفی چون تأثیرات منفی وضع مالیات بر درآمد شرکت سرمایه‌گذار نفتی بر روی نرخ تولید بهینه نفت در سناریوی اول، بررسی افزایش همزمان نرخ تنزیل و قیمت نفت در سناریوی دوم و همچنین افزایش همزمان نرخ تنزیل و نرخ ضریب هزینه در سناریوی سوم به اثرات بهبود دهنده و تشدید کننده همزمان فاکتورهای ذکر شده پرداخته شده است.

سناریوی اول: در این سناریو استخراج مسیر بهینه تولید به کمک تغییرات نرخ تنزیل اجرا گردیده و سپس اثرات تغییرات نرخ تنزیل به همراه اعمال وضع مالیات بر مسیر بهینه تولید مورد بررسی قرار گرفته است تا تأثیر وضع مالیات بر درآمد شرکت بر روی مسیر بهینه تولید مشخص شود. اجرای سناریوی نرخ تنزیل و مقایسه مسیرهای بهینه تولید با مقادیر تولید واقعی(پیشنهادی شرکت نفتی مورد نظر)نشان می‌دهد(نمودار ۲) که اگرچه مسیر حقیقی ناهموارتر[4] از مقادیر شبیه سازی شده آن می باشد اما فاصله ناچیز مسیرهای بهینه شبیه سازی شده با مسیر برنامه ریزی شده (پیشنهادی میدان) نشان می‌دهد که نرخ بهینه تولید مدل اولاً با نرخ بهینه میدان مطابقت دارد و همچنین با تغییرات نرخ تنزیل این نرخ ثابت باقی می‌ماند.

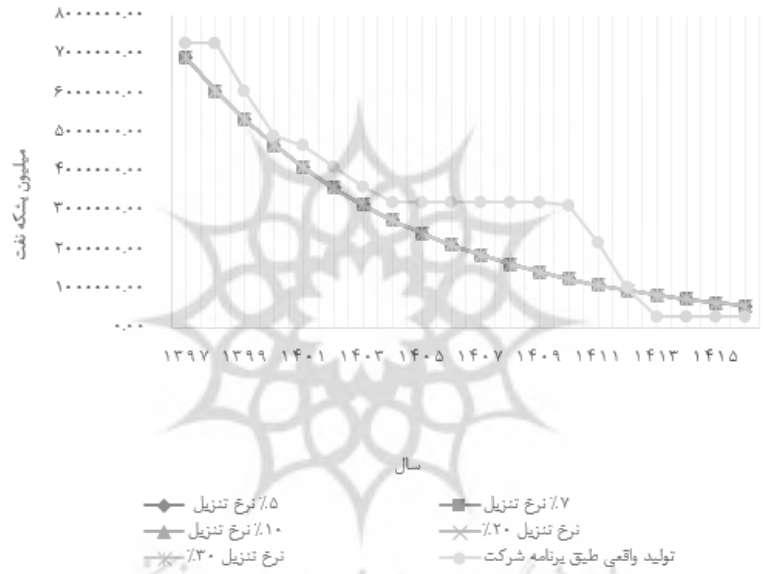
با وضع محدودیت‌های مالیاتی ، نرخ بهینه تولید نسبت به حالت قبل از اعمال مالیات به مقادیر مختلف نرخ تنزیل حساسیت شدیدتری نشان می‌دهد و با افزایش‌های بیشتر در نرخ تنزیل، برداشت از میدان با ضریب بازیافت کمتری و به سطح پایین‌تری از تولید تنزل پیدا می‌کند. نمودار(۳) در جهت مقایسه مسیر بهینه تولید در نرخ‌های تنزیل متفاوت و با وضع مالیات برای تولید کننده و روند تولید حقیقی پیشنهادی شرکت نفتی مورد نظر نشان می‌دهد

1. Matlab
2. Python
3. Excel

۴. هموارتر بودن مسیر بهینه شبیه سازی شده نسبت به مقادیر تحقق یافته و برنامه ریزی شده، نتیجه ای بدیهی برای اینگونه مدل‌ها است.

که میزان تطبیق و روند سطح تولید بهینه با روند واقعی مدل نسبت به حالت قبل از وضع مالیات به شدت کاهش پیدا کرده است و تنها در سالهای پایانی منطبق با مسیر بدست آمده از مدل بهینه‌یابی می‌باشد. نتایج این سناریو نشان می‌دهد که مطابق یافته‌ها و پژوهش‌های پیشین، سیاست وضع مالیات بر درآمد تولیدکننده بر فرآیند استخراج و نرخ تولید بهینه نفت اثر منفی خواهد داشت.

نمودار۲.مسیر بهینه تولید همراه با تغییرات نرخ تنزیل



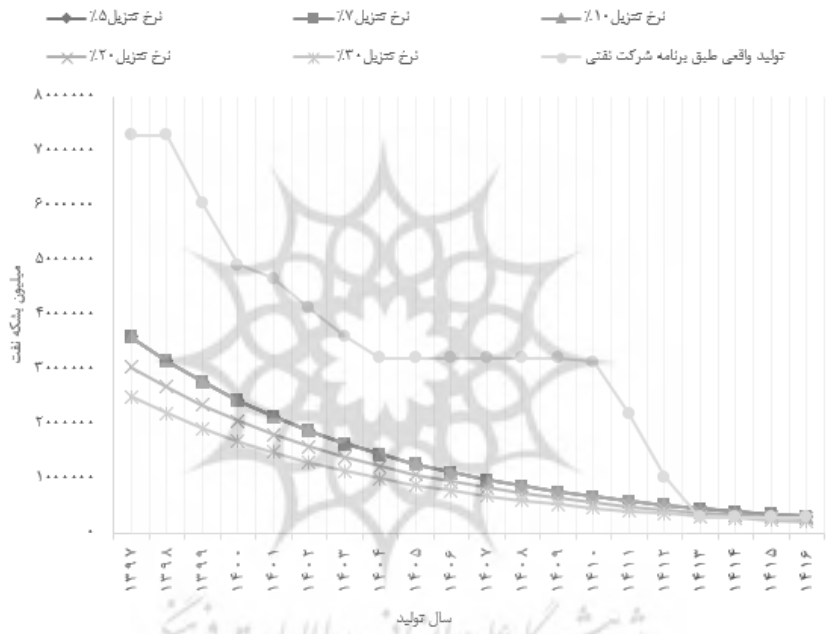
مأخذ: یافته‌های پژوهش

سناریوی دوم: در این سناریو تغییرات نرخ تنزیل همراه با افزایش همزمان قیمت نفت اجرا شده و مسیرهای بهینه حاصل با توجه به وضع مالیات مورد تحلیل، ارزیابی و مقایسه قرار گرفته است .

نمودار(۴) نشان می‌دهد که افزایش قیمت نفت در دوره وضع مالیات می‌تواند موجب حساسیت بیشتر سود تنزیل یافته نسبت به تغییرات قیمت نفت شده و بر روی نرخ بهینه تولید و مسیرهای بهینه تولید تأثیرات مثبتی داشته باشد. تغییرات قیمتی اعمال شده در این سناریو

نشان می‌دهد که با تغییرات پی در پی قیمت نفت در دوران برداشت، نرخ تولید بهینه افزایش یافته و همراه با افزایش سطح تولید، ضریب بازیافت نیز به شدت افزایش می‌یابد و این امر موجب بهره برداری بیشتر در سال‌های اولیه تولید می‌گردد. لذا به یقین می‌توان گفت که افزایش همزمان نرخ تنزیل و قیمت نفت می‌تواند اثرات منفی وضع مالیات بر روی نرخ بهینه تولید را به طور چشمگیری کاهش داده و موجب بهبود مسیر بهینه تولید گردد .

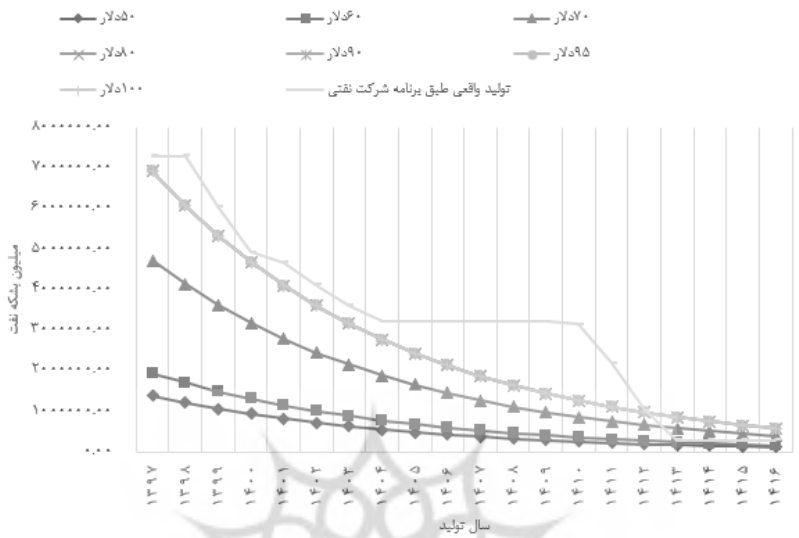
نمودار۳. مقایسه مسیر بهینه تولید همراه با وضع مالیات بر درآمد سرمایه گذار



مأخذ:یافته‌های پژوهش

چنانکه که در نمودار(۵) قابل مشاهده است، با مقایسه ارزش حال تنزیل شده سود تولیدکننده به همراه افزایش همزمان قیمت نفت، سود تولید کننده نسبت به سناریوی اول و با وجود اعمال محدودیت‌های مالیاتی ، افزایش قابل توجهی می‌یابد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که در این سناریو NPV شرکت افزایش قابل توجهی را نسبت به سناریوی اول خواهد داشت.

نمودار٤. تغییرات مسیر بهینه تولید همراه با تغییرات قیمت نفت و وضع مالیات



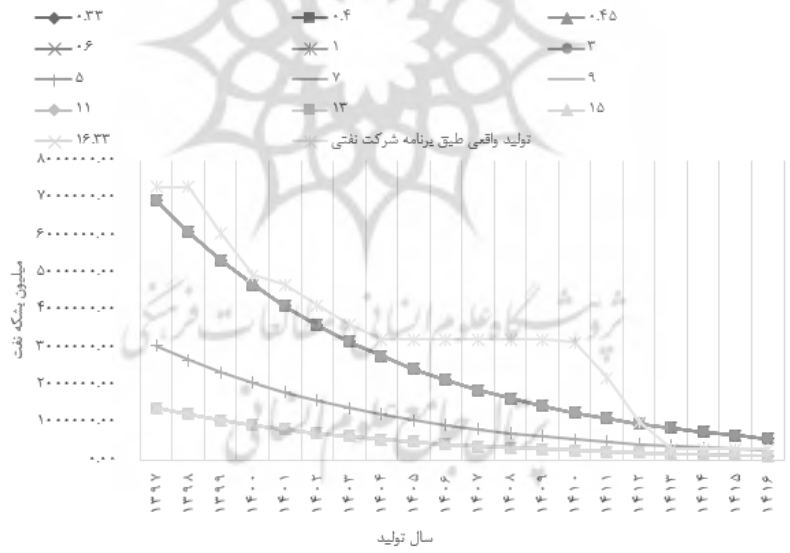
مأخذ: یافته‌های پژوهش

نمودار۵. مقایسه ارزش حال تنزیل شده سود همراه با افزایش قیمت نفت

مأخذ: یافته‌های پژوهش

سناریوی سوم: تغییرات نرخ تنزیل همراه با افزایش همزمان نرخ ضریب هزینه نشان دهنده حساسیت بالای مدل بهینه‌یابی پیشنهادی به تغییرات ضریب هزینه می‌باشد، به طوریکه موجب تشدید اثر منفی وضع مالیات بر روی مسیر بهینه تولید می‌شود و ارزش خالص فعلی پروژه تولیدی را نیز به شدت کاهش می‌دهد. بنابراین اولاً افزایش‌های مداوم درنرخ ضریب هزینه باعث کاهش مقدار تولید بهینه میدان، تولید انباشته و ضریب بازیافت میدان می‌گردد و این امر موجبات انتقال مسیر بهینه تولید به سمت سطوح پایینتری از تولید می‌گردد و همچنین با وضع محدودیت‌های مالیاتی برای تولیدکننده این حساسیت بیشتر نیز می‌شود، به طوریکه این روند با افزایش‌های مداوم ضریب هزینه نسبت به سناریوی اول، نرخ بهینه تولید را به شدت کاهش داده و تأثیر منفی بر مسیر بهینه تولید خواهد داشت. همانطور که از نمودار شماره (۶) مشخص است هیچ کدام از مسیرهای پیشنهادی منطبق با تولید حقیقی و میزان تولید پیش بینی شده میدان طبق برنامه شرکت نفتی نمی‌باشد.

نمودار٦. تغییرات مسیر بهینه تولید همراه با تغییرات همزمان نرخ ضریب هزینه



مأخذ: یافته‌های پژوهش

همانطور که مشاهده گردید در این بخش، اعمال محدودیت‌های مالیاتی بر درآمد شرکت تولیدکننده نفتی محور اصلی هر سه سناریوی اجرا شده می‌باشد. در سناریو اول اثر

منفی وضع مالیات بر درآمد شرکت سرمایه‌گذار نفتی با تحلیل نرخ‌های تنزیل مختلف بر روی مسیر بهینه تولید اثبات گردید، در سناریوی دوم با اجرای همزمان تغییرات نرخ تنزیل و قیمت نفت، کاهش چشمگیری نسبت به اثر منفی وضع مالیات بر روی مسیر بهینه تولید دیده شد و در نهایت با اجرای سناریوی تغییرات نرخ ضریب هزینه تولید مشاهده کردیم که اثر منفی وضع محدودیت مالیاتی برمسیر بهینه تولید به مراتب شدیدتر از سناریوی اول خواهد بود.

۵. جمع بندی، نتیجه گیری و پیشنهادات

در این پژوهش که با استفاده از داده‌های حقیقی میدان نفتی دالپری انجام شده است. هدف شبیه سازی مسیر بهینه تولید با استفاده از یک مدل بهینه‌یابی پویا می‌باشد که ضمن داشتن یک چارچوب نظری جهت نشان دادن پویایی‌های تولید نفت بتواند تأثیرات حاصل از وضع مالیات بر درآمد شرکت سرمایه‌گذار نفتی بر روی مسیر بهینه تولید میدان مورد نظر را نیز به خوبی انعکاس نماید. بدین منظور با بیان این سوال که آیا وضع مالیات بر درآمد شرکت سرمایه‌گذار نفتی می‌تواند بر مسیر بهینه تولید اثر منفی داشته باشد؟ مدلسازی این میدان در سه سناریوی تغییرات نرخ تنزیل، تغییرات قیمتی و تغییرات نرخ ضریب هزینه جهت پاسخ به سوال و فروض تحقیق شبیه سازی شده و مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است.

چنانکه طبق انتظار و پیرو مطالعات پیشین، نتایج حاصل از تحلیل حساسیت نرخ‌های تنزیل در سناریوی اول، نشان می‌دهد که وضع مالیات بر درآمد شرکت سرمایه‌گذار نفتی می‌تواند نرخ بهینه تولید را کاهش داده و تأثیر منفی بر روی مسیر بهینه تولید نفت داشته باشد. همچنین نتایج بدست آمده در سناریوی دوم نشان می‌دهد که افزایش همزمان نرخ تنزیل و سطح بهای نفت می‌تواند به طور قابل توجهی بار منفی وضع مالیات را بر مسیر بهینه تولید نفت کاهش دهد و در نهایت نتایج سناریوی سوم ، نشان می‌دهد که افزایش همزمان هزینه‌های تولید همراه با وضع مالیات بر شرکت سرمایه‌گذار نفتی باعث تشدید کاهش سرعت نرخ تولید بهینه و در نهایت کاهش مسیر بهینه تولید نفت می‌شود. بنابراین نتایج بدست آمده از هر سه سناریو ضمن دادن پاسخ مثبت به سوال مطروحه در این تحقیق، مطابقت نتایج حاصل از تحلیل حساسیت در سناریوهای مختلف را نیز با مطالعات پیشین تأیید می‌نماید.

در مدل بهینه سازی معرفی شده برای بدست آوردن سود در هر دوره علاوه بر تابع درآمد نیاز به تابع هزینه تولید نفت متناسب با میدان مورد مطالعه است. لذا یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر جهت تخمین تابع هزنیه بهره گرفتن از روش کالیبراسیون برای برآورد ضرایب تابع هزینه و استفاده از آمار موجود در مطالعات پیشین به علت نبود آمار دقیق در حوزه هزینه‌های صورت گرفته در مراحل اکتشاف و توسعه میدان مورد نظر بود. بنابراین در تحقیق حاضر تنها اثر وضع مالیات بر درآمد شرکت سرمایه‌گذار و مالیات یا اجاره بهای میدان نفتی بر روند تولید بهینه میدان نفتی مورد بررسی قرار گرفته است، درصورتیکه با وجود در دسترس بودن اطلاعات بیشتر در خصوص هزینه‌های سرمایه‌ای، اکتشافی و عملیاتی می‌توان جهت بررسی تأثیرات انواع دیگر مالیات‌های بالادستی حوزه نفتی و تأثیر غیر مستقیم چنین سیاست‌های مالیاتی از طریق توابع هزینه بر روی مسیر بهینه تولید را برای مطالعات آتی پیشنهاد نمود. از سوی دیگر بحث مالیات بر شاخص هزینه‌های آلودگی و زیست محیطی از جمله موضوعات دیگری است که می‌تواند به طور غیر مستقیم بر روی مسیر بهینه تولید اثر گذار بوده و در مطالعات بعدی مورد توجه محققان قرار گیرد.

تعارض منافع

تعارض منافعی نداریم

سپاسگزاری

از تمامی داوران محترم و گرامی که نویسندگان این پژوهش را در بهبود بخشیدن و غنای تحقیق حاضر یاری نمودند کمال تشکر و امتنان را داریم.

ORCID

Parisa Gholipour Feizi https://orcid.org/0009-0001-5430-9789
Ghodratollah Emamverdi https://orcid.org/0000-0002-3944-4747
Marjan Damnkeshideh https://orcid.org/0000-0003-4645-7308
Aliasghar Esmaeilnia Gatabi https://orcid.org/0009-0001-6815-2794

منابع

پیله ور فروش. میثم(۱۳۸۳). ضرورت تعیین رابطه مالی دولت و شرکت ملی نفت ایران، مرکز پژوهشهای مجلس. *دفتر برنامه و بودجه*، شماره مسلسل ۹۸۹۴.

توکلیان، محسن، جلالی فراهانی. فرهنگ (۱۳۸۵). بهینه سازی تولید میادین نفتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک.نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران.دوره ۴۰، شماره ۳، ص ۱۳۴- ۱۲۳.

حاجی میرزایی، سیدمحمد علی، امامی میبدی، علی، ابراهیمی، محسن، سوری، علی، قربانی پاشا کلایی، وحید. (۱۳۹۵). مسیر بهینه استخراج از مخارن نفتی با وجود بکارگیری چارچوب قراردادی بیع متقابل (مطالعه موردی یکی از میادین نفتی در حال بهره برداری ایران در خلیج فارس) .*فصلنامه تحقیقات مدلسازی اقتصادی*، شماره ۲۴، ۴۲- ۱.

درخشان. مسعود (۱۳۸۱). منافع ملی و سیاستهای بهره برداری از منابع نفت و گاز، ویژه نامه نفت و منافع ملی. *مجلس و پژوهش*، سال نهم، شماره ۳۴، ۶۵- ۱۳.

ذوالنور. سیدحسین، متین. سعید (۱۳۹۵). بهینه‌یابی مسیر تولید نفت در ایران: یک مدل کنترل بهینه ی برنامه ریزی پویا. *فصلنامه علمی پژوهشی برنامه ریزی و بودجه*، سال بیستم، شماره ۴،ص ۳۰- ۱.

شکری، پویا، فریدزاد، علی، تکلیف، عاطفه، دهقانی، تورج. (۱۳۹۶). برآورد مسیر بهینه تولید میدان نفتی آزادگان جنوبی با تأکید بر تولید صیانتی براساس الگوریتم تکاملی و بهینه سازی ازدحام ذرات.پژوهشنامه اقتصادی.دوره ششم، شماره ۲۲،ص ۱۰- ۷۵.

طاهری فرد، علی، سلیمی فر، مصطفی. (۱۳۹۴). بهینه سازی فرآیند تولید نفت خام در یک مدل تصادفی و مقایسه ی آن با تولید در چارچوب قراردادهای بیع متقابل. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال دهم، شماره ۴۴، ۱۷۸- ۱۵۳.

عسگری، محمدمهدی، شیریجیان، محمد، طاهری فرد، علی. (۱۳۹۴). تحلیل ساختاری مقایسه سطوح بهینه سرمایه‌گذاری و تولید نفت درقراردادهای بالادستی بیع متقابل، مشارکت در تولید و قرارداد نفتی ایران. *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، سال پانزدهم، شماره ۵۸، پاییز ۹۴، صفحات ۱۵۸-۱۱۱.

قربانی پاشا کلایی، وحید، خورسندی، مرتضی، محمدی، تیمور، خالقی، شهلا، شاکری، عباس، ابطحی فروشانی، سید تقی .(۱۳۹۳). الگوی بهره برداری بهینه از میادین نفتی در چارچوب مدل کنترل بهینه مطالعه موردی یکی از میادین نفتی ایران. *پژوهش نامه اقتصاد انرژی ایران*، سال چهارم، شماره ۱۳، ۲۲۰- ۱۹۱.

محمدی، تیمور، معتمدی، منیژه. (۱۳۸۹). بهینه‌یابی پویایی تولید نفت در ایران (مطالعه موردی میدان نفتی هفتگل با تأکید بر تولید صیانی). *پژوهشنامه اقتصادی*، سال دهم، شماره ۳، ۲۶۵- ۲۳۵.

ناظمیان، حمید، بکی حسکوئی، مرتضی. (۱۳۸۸). تخصیص بهینه درآمدهای نفتی در قالب یک مدل تعادل عمومی پویا. *فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، دوره ۶، شماره ۴، ۲۸-۱.

References

Asghari, M, Shirijian, M, Taherifard, A. (2015). Structural analysis of the comparison of optimal levels of investment and oil production in upstream counter-sale contracts, production participation and Iranian oil contracts. *Quarterly Journal of Economic Research*, Year 15, Issue 58, Fall 2015, pp. 111-158. [In Persian]

Black, Geoffrey and Lafrance, Jeffrey. (2009). Is Hoteling rule relevant to domestic oil production?. *Journal of environmental economics and management*, Vol. 36, pp. 149-169.

Derakhshan. M (2002). National interests and policies for the exploitation of oil and gas resources, Special issue on oil and national interests. *Majles va Pahoshej*, Year 9, No. 34, 13-65. [In Persian]

Erickson, p., Down A., Lazarus M and koplow D. (2017). Effect of subsidies to fossil fuel companies on United States crude oil production. *Nat energy*, vol. 166, pp. 1000-1012.

Gao, Weiyn, Harley, Peter R. and Sickles, Robin C. (2009). Optimal dynamic production from a large oil field in Saudi Arabia. *Empirical economics*, Vol. 37, No. 1, pp. 153-184.

Ghorbani Pasha Kalai, V, Khorsandi, M, Mohammadi, T, Khaleghi, Sh, Shakeri, A, Abtahi Foroshani, T. (2014). Optimal exploitation model of oil fields within the framework of optimal control model: a case study of one of the Iranian oil fields. *Iranian Energy Economics Research Paper*, Year 4, No. 13, 191-220. [In Persian]

Gornning Anderson, Mats.(2009). *Reservoir production optimization using Genetic Algorithms and Artificial Networks, Master of science in information, Norwegian* university of science and technology, Department of computer and information science.

Haji Mirzaei, Seyed M, Emami Meybodi, A, Ebrahimi, M, Souri, A, Ghorbani Pasha Kalai, V. (2016). Optimal extraction route from oil reservoirs despite the use of a reciprocal purchase contractual framework (a case study of one of Iran's oil fields currently in operation in the Persian Gulf). *Journal of Economic Modeling Research*, No. 24, 42-1.[In Persian]

Hamzeh Husni , Muhammed .(2008).*A multi period optimization model to schedule large-scale petroleum development projects* ,Submitted to the office of graduate studies of Texas A & M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy , December 2008.

Hartley, Peter R and Sickles, Robin C. (2001). A model of dynamic oil extraction: Evidence from a large Middle Eastern field, *Journal of productivity analysis*, Vol. 15, No. 1,pp. 59-71.

Kunce, M. (2003). Effectiveness of severance tax incentives in the US. oil industry, *international tax and public finance*, Vol. 10, pp. 565-587.

Leighty, Wayne and Lin, C. Y. Cynthia. (2012). Tax policy can change the production path: A model of optimal oil extraction in Alaska. *Energy Policy*, Vol. 41, Issue. 3, pp. 759-774.

Mohammadi, T and Motamedi, M. (2010). Optimization of oil production dynamics in Iran (case study of Haftgol oil field with emphasis on Zionist production). *Economic Research Journal*, Year 10, No. 3, 235-265. [In Persian]

Nazimian, H and Beki Haskouei, M. (2009). Optimal Allocation of Oil Revenues in the Framework of a Dynamic General Equilibrium Model. *Journal of Quantitative Economics (Former Economic Reviews)*, Volume 6, Issue 4, 1-28. [In Persian]

Nogueira, Pedro de B, and Schiozer, Denis J. (2009). An efficient methodology of production strategy optimization based on Genetic Algorithms, Society of petroleum engineers, SPE 122031 and presentation at the 2009 SPE Latin American and Caribbean petroleum engineering conference held in Cartagena. *Colombia*, 31 may-3 June 2009.

Patel, Hirenk, Sircar, Anirbid, Sheth, Soham and Jadvani , Reshmi (2011).Application of Genetic Algorithm to hydrocarbon resource estimation. *Journal of petroleum and gas engineering*, Vol. 2, Issue. 4, pp. 83-92.

Pileh Var Froush. M (2004). The necessity of determining the financial relationship between the government and the National Iranian Oil Company, *Majles Research Center. Program and Budget Office*, serial number 9894. [In Persian]

Shokri, P, Faridzad, A, Taklif, A, Dehghani, T. (2017). Estimation of the optimal production path of the South Azadegan oil field with emphasis on conservation production based on evolutionary algorithm and particle swarm optimization. *Journal of Economic Research*. Volume 6, No. 22, pp. 10-75. [In Persian]

Taherifard, A and Salimifar, M. (2015). Optimization of the crude oil production process in a stochastic model and its comparison with production within the framework of cross-selling contracts. *Quarterly Journal of Energy Economics Studies*, Year 10, No. 44, 153-178. [In Persian]

Tavakolian M, Jalali Farahani F (2006). Optimization of oil field production using genetic algorithm. *Journal of the Faculty of Engineering*, University of Tehran. Volume 40, No. 3, pp. 123-134. [In Persian]

Zhao, X., Dahl C. A., Luo, D. (2019). How OECD counties subsidies oil and natural gas producers and modeling the consequences: A review. *Renewable and Sustainable energy Reviews* 104,111126.

Zhao, X., Luo, Dongkun. , Lu , Kun. , Wang , Xiaoyun. , Dahl , Carol (2019).How the removal of producer subsidies influence oil and gas extraction : A case study in the Gulf of Mexico . *Energy*, Vol. 166, pp. 1000-1012.

Zhao, X., Zhi, Lu., Jianye, Liu. (2024). Optimal path of phasing out producer subsidies toward carbon neutral: interaction between fossil energy extraction and environmental, Grant No. 71804187.

Zolnour. Seyed H, Matin. S (2016). Optimization of oil production route in Iran: An optimal control model of dynamic planning. , Year 20, Issue 4, pp. 30-1.[In Persian]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استناد به این مقاله: قلی‌پور فیضی، پریسا، امام‌وردی، قدرت‌الله، دامن کشیده، مرجان و اسماعیل‌نیا کتابی، علی‌اصغر. (۱۴۰۳). بهینه‌یابی پویای تولید نفت و برآورد اثرات وضع مالیات بر درآمد شرکت سرمایه‌گذار نفتی (IOC) (مطالعه موردی:میدان دالپری). *پژوهشنامه اقتصادی*، ۲۴ (۹۳)، ۱۵۹-۱۸۸.

Journal of Economic Research is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.