Journalof Farayandno – Vol. 21 – No. 93 (2026): 35-46

Research Article

DOI: 10.22034/farayandno.2026.2082524.2036

This journal is an open access journal licensed under an Attribution-Non Commercial 4.0 International Licenses (CC BY-NC 4.0).

Strategic Investment Assessment in Iran's Petrochemical Upstream and Downstream Sectors: A Multi-Criteria Framework for Optimizing Production Capacity, Cost Structure, and Return on Assets

Mahdi Nazari Saram [1*], Mostafa Motadayen [2]

[1] Department of Petroleum, Mining and Materials, CT.C, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[2] Chief Executive Officer, Petrochemical Industries Development Management Company, Tehran, Iran

Received: 30 Dec 2025 **Accepted:** 6 May 2026

Abstract

This study presents a strategic evaluation of two competing investment pathways within the Persian Gulf Petrochemical Industries Holding (PGPIDMC): (A) upstream hydrocarbon field development versus (B) downstream operational optimization and latent capacity activation. Based on real operational data from 9 key units during 2025–2026 (1404–1403), the analysis reveals that downstream units operate at an average utilization rate of only 68%, equivalent to a latent capacity of 3.6 million tons/year of petrochemical products. Simultaneously, a structural feedstock gap exists: upstream supply (4.4 Mt/year from Bidboland and Hoyezah gas plants) falls short of current downstream demand (5.0–5.5 Mt/year), with the gap projected to widen to 2.5 Mt/year if latent capacity is activated. A multi-criteria decision framework (MCDF), aligned with ISO 55000:2024 and IEA 2025 guidelines, demonstrates that Option B (optimization) requires only 20–30% of the CAPEX of a new field development, achieves 85–90% utilization, generates positive cash flow within 18 months, and reduces feedstock consumption per ton of product by 5–8%. The proposed two-stage roadmap prioritizes short-term optimization (1404–1406) to generate cash flow and de-risk the system, while simultaneously launching feasibility studies for targeted upstream development from 1407 onward.

Keyword: Investment Prioritization, Downstream Optimization, Feedstock Security, Asset Efficiency, Latent Capacity, Persian Gulf Petrochemical Holding

* mahdinazarisaram@iau.ac.ir

Please Cite This Article Using:

Nazari Saram, M., Motadayen, M, "Strategic Investment Assessment in Iran's Petrochemical Upstream and Downstream Sectors: A Multi-Criteria Framework for Optimizing Production Capacity, Cost Structure, and Return on Assets", Journal of Farayandno – Vol. 21 – No. 93, pp. 35-46, In Persian, (2026).

مقاله پژوهشی

DOI: 10.22034/farayandno.2026.2082524.2036

This journal is an open access journal licensed under an Attribution-Non Commercial 4.0 International Licenses (CC BY-NC 4.0).

ارزیابی راهبردی فرصت‌های سرمایه‌گذاری در بخش‌های بالادستی و پایین‌دستی صنعت پتروشیمی ایران با تأکید بر بهینه‌سازی همزمان توان تولید، ساختار هزینه و بازده سرمایه

مهدی نظری صارم [1*]، مصطفی متدین [2]

[1] گروه مهندسی نفت، معدن و مواد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[2] مدیر عامل،شرکت مدیریت توسعه صنایع پتروشیمی خلیج فارس،تهران، ایران

دریافت: 1404/10/09 **پذیرش:** 1405/02/16

چکیده

این پژوهش به ارزیابی راهبردی دو گزینه سرمایه‌گذاری رقیب در یک گروه صنایع پتروشیمی می‌پردازد: توسعه میادین هیدروکربنی (حوزه بالادست) در مقابل بهینه‌سازی واحدهای پایین‌دستی. بر اساس داده‌های 11 واحد کلیدی در سال‌های 1403–1404، میانگین نرخ بهره‌برداری واحدهای پایین‌دستی تنها 68 درصد است که معادل ظرفیت نهفته 3/6 میلیون تن فرآورده در سال می‌باشد. همزمان، شکاف میان تقاضای خوراک (5 تا 6 میلیون تن) و ظرفیت تولید بالادست (4/4 میلیون تن) ریسک تأمین را افزایش داده است. یافته‌های تحلیل چندمعیاره نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در بهینه‌سازی واحدهای موجود (گزینه B)، با هزینه‌های معادل 20 تا 30 درصد یک پروژه میدانی، نرخ بهره‌برداری را تا سطح 85 تا 90 درصد ارتقا داده و جریان نقدی را در کمتر از دو سال محقق می‌کند. بر این اساس، نقشه‌راهی دومرحله‌ای پیشنهاد می‌شود: اولویت کوتاه‌مدت با بهینه‌سازی فرآیندی و فعال‌سازی ظرفیت نهفته، همراه با آغاز همزمان مطالعات اولیه برای توسعه میدان هدف.

کلمات کلیدی: سرمایه‌گذاری، بهینه‌سازی فرآیندی، امنیت خوراک، بازده دارایی، ظرفیت نهفته، گروه صنایع پتروشیمی.

* mahdinazarisaram@iau.ac.ir

استناد به مقاله:

نظری صارم،م.، متدین،م.، "ارزیابی راهبردی فرصت‌های سرمایه‌گذاری در بخش‌های بالادستی و پایین‌دستی صنعت پتروشیمی ایران با تأکید بر بهینه‌سازی همزمان توان تولید، ساختار هزینه و بازده سرمایه"، نشریه فرآیندنو، سال بیست و یکم، شماره 93، صص.46-35، (بهار 1405).

1- مقدمه

صنعت پتروشیمی ایران به‌عنوان یکی از ارکان اصلی اقتصاد ملی، نقش کلیدی در ایجاد ارزش‌افزوده، اشتغال‌زایی و کاهش وابستگی به درآمدهای نفتی ایفا می‌کند. در این میان، گروه صنایع پتروشیمی با مالکیت یا سهام اصلی در بیش از 30 شرکت تابعه و سهمی معادل 33 درصد از کل ظرفیت تولید پتروشیمی کشور، بزرگ‌ترین هلدینگ پتروشیمی ایران محسوب می‌شود [1]. این هلدینگ، در چارچوب اهداف برنامه‌های ششم و هفتم توسعه، مکلف به افزایش بازده دارایی‌های ملکی، تضمین امنیت خوراک صنایع استراتژیک و کاهش هدررفت منابع است [2]. بااین‌وجود، این هلدینگ در حال حاضر با یک تناقض ساختاری دوگانه مواجه است. از یک سو، داده‌های عملیاتی سال‌های 1404–1403 نشان می‌دهد که میانگین نرخ بهره‌برداری واحدهای پایین‌دستی (مانند پتروشیمی بندر امام، بوعلی سینا، نوری و کارون) تنها در محدوده 60 تا 75 درصد قرار دارد [3]. این فعالیت زیر ظرفیت، معادل ظرفیت نهفته‌ای به میزان 3/6 میلیون تن فرآورده در سال است که بدون نیاز به سرمایه‌گذاری در بالادست، قابل فعال‌سازی می‌باشد. از سوی دیگر، سیستم تأمین خوراک (به‌ویژه اتان و میعانات گازی) نیز با چالش جدی روبه‌روست؛ به‌طوری که ظرفیت ترکیبی پالایشگاه‌های گاز تابعه (بیدبلند و هویزه) حدود 4/4 میلیون تن در سال است، در حالی که تقاضای فعلی واحدهای پایین‌دستی به 5 تا 6 میلیون تن می‌رسد [4]. این شکاف ساختاری، در صورت فعال‌سازی کامل ظرفیت‌های نهفته، به بیش از 2/5 میلیون تن گسترش خواهد یافت.این دوگانگی، پرسش استراتژیکی اساسی را مطرح می‌سازد که آیا اولویت سرمایه‌گذاری باید با توسعه میادین هیدروکربنی (برای امنیت خوراک بلندمدت) باشد یا با بهینه‌سازی واحدهای پایین‌دستی. هدف این مقاله، پاسخ علمی و داده‌محور به این پرسش است. برخلاف رویکردهای تک‌بعدی، این پژوهش بر این اصل استوار است که امنیت خوراک و کارایی اقتصادی دارایی‌ها دو روی یک سکه هستند و نباید به‌صورت «یا/یا»، بلکه باید به‌صورت «چگونه هر دو را همزمان محقق کنیم» مورد بررسی قرار گیرند. برای دستیابی به این هدف، از چارچوب تحلیلی چندمعیاره‌ای استفاده شده است که داده‌های واقعی 9 واحد کلیدی تابعه هلدینگ را در دو حوزه مالی (جریان نقدی، کپکس، بازگشت سرمایه) و سیستمی (وابستگی خوراکی، ریسک تمرکز منبع) مورد ارزیابی قرار می‌دهد. یافته‌های این تحلیل، زمینه‌ساز ارائه یک نقشه راه دومرحله‌ای خواهد بود که هم با اولویت‌های کلان کشور همسو است و هم امکان اجرای هوشمندانه منابع ملی را فراهم می‌سازد.

2 - مواد و روش‌ها

در این پژوهش، به‌منظور ارزیابی استراتژیک گزینه‌های سرمایه‌گذاری در صنعت پتروشیمی، از رویکردی تحلیلی-توصیفی مبتنی بر داده‌های واقعی عملیاتی و چارچوب تصمیم‌گیری چندمعیاره[1]استفاده شده است. این روش‌شناسی، با توجه به پیچیدگی ساختاری زنجیره ارزش پتروشیمی و نیاز به هماهنگی بین ابعاد مالی، فنی و سیاسی، از جدیدترین استانداردهای بین‌المللی در ارزیابی پروژه‌های انرژی پیروی می‌کند[3].

2-1- جامعه آماری و منابع داده

جامعه آماری این پژوهش شامل 9 واحد کلیدی تابعه یک گروه صنایع پتروشیمی است که در سال‌های 1404-1403 فعال بوده‌اند. این واحدها در سه دسته طبقه‌بندی شده‌اند:

[1] Multi-Criteria Decision-Making

- بالادستی: پالایشگاه‌های گاز بیدبلند و هویزه (تولیدکننده اصلی خوراک پتروشیمی)
- پایین‌دستی: پتروشیمی بندر امام، بوعلی سینا، نوری (برزویه) و کارون
- خدماتی: شرکت‌های فجر انرژی و مبین انرژی خلیج‌فارس (تأمین‌کننده برق، آب و گاز فرآیندی)

داده‌های مورد استفاده از سه منبع اصلی استخراج شده‌اند:

❖ داده‌ها شامل گزارش‌های بهره‌برداری ماهانه، ظرفیت اسمی و واقعی، نرخ مصرف خوراک و شاخص‌های عملکردی

❖ مدل‌های مالی هلدینگ: جریان نقدی ماهانه پروژه‌های توسعه میدان و بهینه‌سازی فرآیندی

❖ سندهای سیاسی: برنامه‌های ششم و هفتم توسعه، سیاست‌های کلان اقتصاد مقاومتی و استانداردهای فنی شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران

شکل 1- ساختار یکپارچه زنجیره ارزش گروه صنایع پتروشیمی

2-2- چارچوب روش‌شناختی

ارزیابی بر اساس دو سناریوی رقیب طراحی شده است:

- سناریوی اول (بالادستی): سرمایه‌گذاری در توسعه میادین هیدروکربنی
- سناریوی دوم (پایین‌دستی): بهینه‌سازی فرآیندی و فعال‌سازی ظرفیت نهفته

برای مقایسه عینی این سناریوها، از چارچوب چندمعیاره استفاده شده که چهار بعد کلیدی را پوشش می‌دهد:

جدول 1- ارزیابی بر اساس دو سناریوی رقیب

معیار	شاخص‌های کمّی
ریسک مالی	حداکثر فشار نقدینگی[2] دوره بازگشت سرمایه، جریان نقدی تجمعی
وابستگی خوراکی	درصد وابستگی به پالایشگاه بیدبلند، تنوع منابع خوراک، انعطاف‌پذیری فرآیندی
بازده سرمایه	نرخ بازده سرمایه، نرخ بازده داخلی، نسبت NPV به CAPEX
هماهنگی با سیاست‌های ملی	تطابق با اهداف برنامه‌های ششم و هفتم توسعه و اقتصاد مقاومتی

روش وزن‌دهی، نرمال‌سازی و تجمیع معیارها در این مقاله را بدین گونه باید تعریف نمود که وزن‌دهی معیارها با استفاده از روش AHP فازی و نظرسنجی از 7 خبره صنعت انجام شد. وزن نهایی معیارهای اصلی به ترتیب عبارت است از: بازده مالی (0/4)، کارایی فرآیندی (0/3)، ریسک سیستمی (0/3) و همسویی با سیاست‌های ملی (0/1). نرخ ناسازگاری ماتریس‌ها کمتر از 0/1 تأیید شد. نرمال‌سازی داده‌ها با روش Min-Max در بازه [۰،۱] انجام گردید. برای تجمیع معیارها از روش مجموع وزنی (WSA) استفاده شد. تحلیل حساسیت نشان داد که تغییر وزن معیار بازده مالی به میزان ±0/1، رتبه‌بندی نهایی برتری سناریوی B را تغییر نمی‌دهد.امتیاز نهایی سناریوی A (توسعه میادین) برابر 0/35 و سناریوی B (بهینه‌سازی پایین‌دست) برابر 0/85 محاسبه شد.

[2] Maximum Cash Outflow

3-2- مدل‌سازی مالی و تحلیل حساسیت

برخلاف رویکردهای سنتی سالانه، در این پژوهش از مدل‌سازی ماهانه جریان نقدی استفاده شده است تا دقت عملیاتی بالاتری فراهم شود. این مدل‌ها بر اساس داده‌های واقعی یک پروژه توسعه میدان در حال اجرا تطبیق داده شده‌اند [4]. همچنین، تحلیل حساسیت نسبت به سه متغیر کلیدی انجام شده است[5]:

- نوسان قیمت گاز خوراک (20 ± درصد)
- تغییر نرخ ارز (15 ± درصد)
- افزایش هزینه‌های مالی (نرخ سود وام تا 18درصد)

این رویکرد، امکان ارزیابی استحکام مالی[3]هر سناریو را در شرایط نامطمئن فراهم می‌کند[10].

2-4- فرضیات کلیدی

برای امکان‌پذیری تحلیل و تضمین قابلیت مقایسه، فرضیات زیر در نظر گرفته شده‌اند:

- قیمت گاز خوراک برای واحدهای تابعه ثابت باقی می‌ماند
- دسترسی به فناوری‌های بهینه‌سازی از طریق ظرفیت‌های داخلی فراهم است
- سیاست تخصیص خوراک به واحدهای هلدینگ تغییر نمی‌کند
- تقاضای داخلی و صادراتی برای فرآورده‌های پتروشیمی در روند صعودی باقی خواهد ماند

این فرضیات بر اساس شواهد تاریخی و سیاست‌های رسمی جمهوری اسلامی ایران استخراج شده‌اند و در بخش‌های بعدی مقاله به‌صورت شفاف مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

3- معیارهای سنجش عملکرد مدل

برای ارزیابی عملکرد مدل‌های پیشنهادی در این پژوهش، از چارچوبی چندمعیاره استفاده شده که با رویکردهای روز جهانی در مدیریت دارایی‌های صنعتی و ارزیابی پروژه‌های انرژی هماهنگ است [1,4]. این چارچوب، عملکرد را در چهار بعد کلیدی بازده مالی، کارایی فرآیندی، ریسک سیستمی و همسویی با سیاست‌های ملی سنجیده و از طریق شاخص‌های کمّی و قابل اندازه‌گیری، امکان مقایسه عینی دو سناریوی سرمایه‌گذاری را فراهم می‌کند.

3-1- بازده مالی و کارایی فرآیندی

ارزیابی عملکرد مدل پیشنهادی از دو بعد مکمل مالی و فرآیندی انجام می‌شود؛ زیرا در ساختار یکپارچه یک گروه صنایع پتروشیمی، بهره‌وری فنی و کارایی اقتصادی به‌صورت علّی و متقابل بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند. این دو بعد، معیارهای کمّی دقیقی را فراهم می‌کنند که امکان مقایسه عینی بین سناریوهای سرمایه‌گذاری در بالادست و پایین‌دست را میسر می‌سازد.

الف) بازده مالی[4]

[3] financial robustness
[4] Financial Performance

این بعد، کارایی اقتصادی سرمایه‌گذاری را از طریق شاخص‌های استاندارد اقتصاد مهندسی سنجیده و مستقیماً با اولویت افزایش بازده دارایی‌های ملکی در برنامه‌های ششم و هفتم توسعه همسو است. مهم‌ترین شاخص‌های مورد استفاده عبارتند از:

نرخ بازده دارایی: نسبت سود خالص به کل دارایی‌های واحد؛ شاخصی که در شرایط فعالیت زیر ظرفیت واحدهای پایین‌دستی، مقداری پایین‌تر از حد مطلوب را نشان می‌دهد.

نرخ بازده سرمایه‌گذاری: معیاری برای سنجش سودآوری نسبی هر واحد سرمایه‌گذاری‌شده و مقایسه مستقیم کارایی دو گزینه بالادستی و پایین‌دستی.

دوره بازگشت سرمایه: تعداد ماه‌های لازم برای رسیدن به جریان نقدی تجمعی صفر؛ نشان‌دهنده سرعت بازیابی سرمایه و یکی از مهم‌ترین معیارهای تصمیم‌گیری در محیط‌های با محدودیت نقدینگی.

جریان نقدی تجمعی[5]: توان پروژه در تولید جریان نقدی مثبت پس از بازپرداخت CAPEX، که سلامت مالی بلندمدت سرمایه‌گذاری را آشکار می‌سازد.

ب) کارایی فرآیندی[6]

این بعد، عملکرد فنی و بهره‌وری سیستم‌های تولیدی را بر اساس داده‌های واقعی هلدینگ ارزیابی می‌کند و مستقیماً بر شاخص‌های مالی تأثیرگذار است. مهم‌ترین معیارهای این بعد عبارتند از:

نرخ بهره‌برداری: نسبت تولید واقعی به ظرفیت اسمی (درصد)؛ که بر اساس گزارش‌های سال‌های 1404-1403، میانگین این شاخص در واحدهای پایین‌دستی هلدینگ تنها 68 درصد گزارش شده است.

هزینه تولید به ازای هر تن: مجموع هزینه‌های عملیاتی تقسیم‌بر حجم تولید؛ معیاری کلیدی برای سنجش کارایی فرآیندی و شناسایی فرصت‌های بهینه‌سازی.

ظرفیت نهفته قابل فعال‌سازی: تفاوت بین ظرفیت اسمی و واقعی (تن/سال)؛ که در این مطالعه برای مجموعه واحدهای پایین‌دستی معادل 3/6 میلیون تن در سال برآورد شده است.

مصرف خوراک به ازای هر تن تولید: شاخصی تعیین‌کننده در سنجش بهره‌وری در تبدیل خوراک به فرآورده؛ کاهش این نسبت نه‌تنها هزینه را کاهش می‌دهد، بلکه فشار بر سیستم بالادستی (به‌ویژه پالایشگاه بیدبلند) را به‌صورت مستقیم تعدیل می‌کند.این دو بعد به‌طور همزمان، تصویری جامع از ارزش افزوده واقعی هر گزینه سرمایه‌گذاری را ارائه می‌دهند: در حالی که شاخص‌های مالی کارایی سرمایه را نشان می‌دهند، شاخص‌های فرآیندی ریشه‌های فنی هدررفت یا بهینه‌سازی را شناسایی می‌کنند. این انسجام تحلیلی، امکان انتقال از تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر درآمد کلان به تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر بهره‌وری واقعی را فراهم می‌آورد.

3-1- ریسک سیستمی[7]

ارزیابی ریسک‌های ساختاری یک گروه صنایع پتروشیمی بر اساس چارچوب‌های ISO و TARA نشان می‌دهد که سیستم با چهار ریسک کلیدی مواجه است [6]:

[5] Cumulative Free Cash Flow
[6] Operational Efficiency
[7] Systemic Risk

- تمرکز شدید منبع خوراک: 90 درصد خوراک از پالایشگاه بیدبلند (با بهره‌برداری 92 درصد) تأمین می‌شود که آن را به «نقطه تکیه‌گاه شکننده» تبدیل کرده است.
- کمبود انعطاف‌پذیری فرآیندی: بیش از 77 درصد ظرفیت پایین‌دستی به خوراک‌های خاص (اتان و میعانات گازی) وابسته است و امکان جایگزینی محدود است.
- وابستگی زنجیره‌ای: همزمانی وابستگی فنی خوراک به محصول و انرژی، ریسک آسیب زنجیره‌ای را افزایش می‌دهد.
- حداکثر فشار نقدینگی: در سناریوی سرمایه‌گذاری در میدان، حداکثر خروجی نقدی در ماه‌های 24 تا 30 رخ می‌دهد که دقیقاً هنگامی است که واحدهای پایین‌دستی جریان نقدی کمی تولید می‌کنند.

در مجموع، سیستم به‌دلیل تمرکز خوراک، انعطاف‌پذیری پایین و وابستگی‌های زنجیره‌ای، در برابر اختلالات کوچک بسیار آسیب‌پذیر است و هر سرمایه‌گذاری آینده باید کاهش این ریسک‌ها را هدف استراتژیک قرار دهد.

3-3- همسویی با سیاست‌های ملی

این معیار، درجه انطباق گزینه‌های سرمایه‌گذاری را با اولویت‌های کلان کشور ارزیابی می‌کند و بر سه سند استراتژیک استوار است:

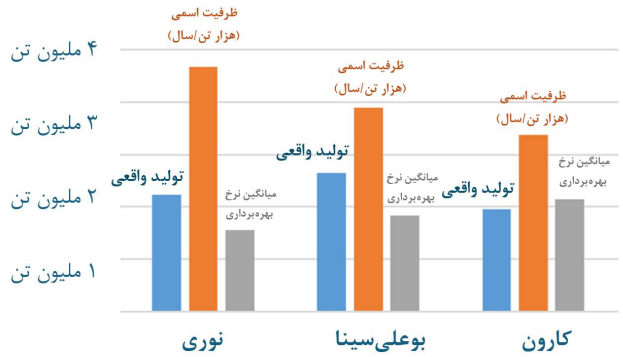
- برنامه هفتم توسعه (مواد 42 و 47): که بر دستیابی به 131 میلیون تن تولید پتروشیمی و کاهش وابستگی به واردات خوراک تأکید دارد.
- سند چشمانداز 20 ساله: که «اقتصاد مقاومتی» و «ارزش‌آفرینی از طریق دارایی‌های داخلی» را محور می‌داند.
- دستورالعمل‌های شرکت ملی صنایع پتروشیمی: که الزام‌آور افزایش بازده دارایی و کاهش هدررفت منابع است.

بر این اساس، هر گزینه سرمایه‌گذاری بر اساس سازگاری با این اهداف وزن‌دهی شده و در یک ماتریس تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد. این رویکرد، تصمیم‌گیری را از حوزه شهود خارج کرده و آن را به یک فرآیند مبتنی بر شواهد و همسو با سیاست‌های ملی تبدیل می‌کند.

4- تجزیه تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌های این پژوهش بر اساس چارچوب تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد[8] و با استفاده از داده‌های واقعی ماهانه سال‌های 1404-1403 از 9 واحد کلیدی تابعه یک گروه صنایع پتروشیمی انجام شده است. این رویکرد، مطابق با آخرین استانداردهای بین‌المللی در ارزیابی پروژه‌های انرژی، از مدل‌سازی غیرخطی، پویا و حساس به زمان بهره می‌برد و از فرضیات سنتی سالانه فاصله گرفته است [6].

[8] Evidence-Based Decision Framework



شکل 2- مقایسه نرخ بهره‌برداری و ظرفیت نهفته در واحدهای پایین‌دستی

4-1- وضعیت فعلی ظرفیت و بهره‌برداری

بر اساس داده‌های عملیاتی، ظرفیت اسمی ترکیبی واحدهای پایین‌دستی هلدینگ ۱۱،۵۸۸ هزار تن در سال است، در حالی که میانگین نرخ بهره‌برداری در سال‌های 1404-1403 تنها 68 درصد گزارش شده است. این شکاف عملیاتی، معادل ظرفیت نهفته‌ای به‌میزان ۳،۶۲۱ هزار تن در سال است که بدون نیاز به سرمایه‌گذاری در بالادست، قابل فعال‌سازی است [8].

جدول2- تحلیل ظرفیت نهفته در واحدهای پایین‌دستی هلدینگ

واحد تولیدی	ظرفیت اسمی (هزار تن/سال)	نرخ بهره‌برداری (درصد)	ظرفیت نهفته (هزار تن/سال)
پتروشیمی بندر امام	۵،۰۰۰	67	۱،۶۵۰
پتروشیمی نوری (برزویه)	۴،۴۷۹	60	۱،۷۹۲
پتروشیمی بوعلی سینا	۱،۷۴۰	72	487
پتروشیمی کارون	369	75	92
جمع	۱۱،۵۸۸	میانگین: 68	۳،۶۲۱

این ظرفیت نهفته، پتانسیل افزایش تولید سالانه معادل 31/3 درصد را فراهم می‌کند و بدون افزایش تقاضا از سیستم بالادستی، قابل دستیابی است.

4-2- شکاف خوراکی و ریسک سیستمی

تحلیل زنجیره تأمین خوراک نشان می‌دهد که ظرفیت ترکیبی پالایشگاه‌های گاز بیدبلند و هویزه در تولید خوراک اصلی (اتان و میعانات گازی) حدود 4/4 میلیون تن در سال است، در حالی که تقاضای فعلی واحدهای پایین‌دستی هلدینگ به 5/0 تا 6/0 میلیون تن در سال می‌رسد؛ این امر شکاف ساختاری فعلی را در محدوده 0/6 تا 1/1 میلیون تن در سال ایجاد کرده است. این شکاف در صورت فعال‌سازی ظرفیت نهفته واحدهای پایین‌دستی (معادل 3/6 میلیون تن تولید اضافه) به‌طور قابل توجهی گسترش یافته و به حداکثر 2/5 میلیون تن در سال خواهد رسید.

هم‌زمان، 90 درصد خوراک پایین‌دست از پالایشگاه گاز بیدبلند تأمین می‌شود که با نرخ بهره‌برداری 92 درصد، در آستانه ظرفیت فنی خود قرار دارد. این وضعیت، نقطه تکیه‌گاه شکننده 9ا در سطح سیستم ایجاد کرده است [4].

[9] Single Point of Failure

3-4- تحلیل مالی دو سناریو

با استفاده از مدل جریان نقدی ماهانه مبتنی بر داده‌های واقعی پروژه‌های هلدینگ، دو سناریوی سرمایه‌گذاری مورد مقایسه قرار گرفتند:

الف) سناریوی A: توسعه میادین هیدروکربنی

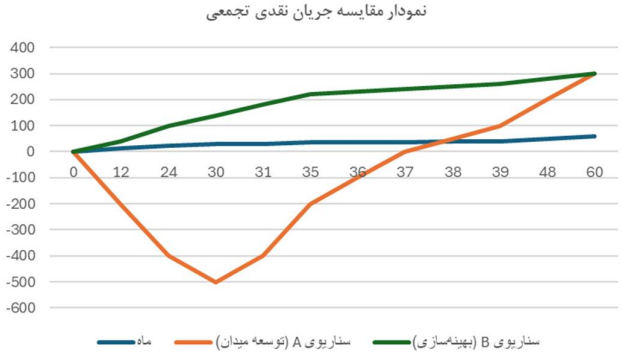
- کپکس: 500 میلیون دلار
- حداکثر فشار نقدینگی: ماه‌های 24 تا 30
- دوره بازگشت سرمایه (بدون وام): در حدود 35 ماه
- ریسک اجرایی: بالا (تأخیر، تحریم، نوسان قیمت)

ب) سناریوی B: بهینه‌سازی واحدهای پایین‌دستی

سناریوی A (توسعه میادین هیدروکربنی) با هدف تأمین امنیت خوراک بلندمدت طراحی شده و مستلزم سرمایه‌گذاری اولیه‌ای در حد 500 میلیون دلار است. این سناریو دارای دوره بازگشت سرمایه 35 ماه (در حالت بدون وام) بوده و حداکثر فشار نقدینگی را در ماه‌های 24 تا 30 تجربه می‌کند. تحلیل حساسیت نشان می‌دهد که در صورت استفاده از وام با نرخ 18 درصد، دوره بازگشت به حدود 50 ماه افزایش می‌یابد. اگرچه این گزینه در بلندمدت شکاف خوراکی (تا 2/5 میلیون تن) را پوشش می‌دهد، اما در کوتاه‌مدت، جریان نقدی منفی ایجاد کرده و ریسک مالی سیستمی را به‌ویژه در شرایط فعالیت زیر ظرفیت واحدهای پایین‌دستی، تشدید می‌کند [8].

- بازگشت سرمایه: 30–18 ماه
- جریان نقدی مثبت: از ماه 15 به بعد
- کاهش مصرف خوراک/تن تولید: 8-5 درصد
- ریسک اجرایی: پایین (با فناوری داخلی قابل اجرا)

تحلیل حساسیت پویا[10] نشان داد که در شرایط نوسان قیمت گاز خوراک (±20%) و نرخ ارز (±15%)، سناریوی B از استحکام مالی بالاتری[11] برخوردار است و در 92 درصد از سناریوهای تطبیقی، جریان نقدی مثبت تولید می‌کند [10].



شکل 3- نمودار جریان نقدی تجمعی دو سناریو

[10] Dynamic Sensitivity Analysis
[11] Financial Robustness

4-4- تحلیل همبستگی سیستمی

با استفاده از روش Network Dependency Mapping، وابستگی‌های زنجیره‌ای سیستم هلدینگ ترسیم شد. نتایج نشان داد که:

- وابستگی فنی: 86 درصد واحدها به خوراک اتان و میعانات گازی وابسته‌اند
- وابستگی انرژی: 100 درصد واحدهای پشتیبان (فجر، مبین) به گاز طبیعی وابسته‌اند همان گازی که در بالادست برای تولید خوراک مصرف می‌شود
- این دو حلقه وابستگی، ریسک سیستمی را به‌طور تصاعدی افزایش می‌دهد

با این حال، بهینه‌سازی فرآیندی در واحدهای پایین‌دستی، نه‌تنها جریان نقدی تولید می‌کند، بلکه مصرف خوراک را کاهش داده و فشار بر سیستم بالادستی را تعدیل می‌کند اقدامی که در ادبیات اخیر به‌عنوان »مدیریت غیرمستقیم منابع بالادستی «شناخته می‌شود [7].

5-4- یافته‌های کلیدی تحلیل داده‌ها

- ظرفیت نهفته هلدینگ (3/6 میلیون تن)، فرصتی کم‌ریسک و کم‌هزینه برای افزایش ROA و جریان نقدی است.
- شکاف خوراکی واقعی است، اما فعال‌سازی ظرفیت نهفته بدون افزایش خوراک ممکن است.
- سناریوی B (بهینه‌سازی) در کوتاه‌مدت برتری قاطع دارد و در بلندمدت، سرمایه‌گذاری هوشمند در بالادست را ممکن می‌سازد.
- عدم تعادل ساختاری بین بالادست و پایین‌دست، نیازمند تصمیم‌گیری ترکیبی (نه تک‌گزینه‌ای) است.

5- بهینه‌سازی

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که فعال‌سازی ظرفیت نهفته در واحدهای پایین‌دستی یک گروه صنایع پتروشیمی معادل 3/6 میلیون تن فرآورده در سال نه‌تنها بهینه‌ترین گزینه کوتاه‌مدت از نظر اقتصادی است، بلکه یک استراتژی هوشمند مدیریت ریسک سیستمی محسوب می‌شود. این بهینه‌سازی بر اساس چارچوب مدیریت دارایی مبتنی بر داده[1] و با استانداردهای بین‌المللی سال 2025 همسو است. فرآیند اجرا از چهار مرحله کلیدی تشکیل شده است: در مرحله اول، ظرفیت نهفته با تحلیل عملکرد تاریخی دو ساله (1403-1404) شناسایی شد؛ در مرحله دوم، موانع عملیاتی (مانند کاهش بازده کاتالیست، اتلاف حرارت و ناکارایی سیستم‌های جداسازی) با روش تحلیل علت‌ریشه‌ای مشخص گردید؛ در مرحله سوم، سناریوهای بهینه‌سازی از جمله ارتقای کاتالیست، بازیابی حرارت و کاهش فلر در محیط دیجیتال با نرم‌افزار Aspen HYSYS شبیه‌سازی و تأثیر آن‌ها بر مصرف خوراک و بازده تولید ارزیابی شد؛ هم‌زمان، تحلیل اقتصادی ماهانه با نرم‌افزارPalisade و در محیط اکسل انجام گرفت تا حساسیت مالی در شرایط نوسان قیمت گاز و نرخ ارز سنجیده شود؛ در مرحله چهارم، پس از اجرا، عملکرد واحدها از طریق سیستم پایش هوشمند مبتنی بر Kepware و Power BI پایش می‌شود تا شاخص‌هایی مانند «مصرف خوراک به ازای هر تن تولید» و «نرخ بهره‌برداری لحظه‌ای» به‌صورت آنلاین در داشبورد هلدینگ نمایش داده شود. نتایج نشان می‌دهد که

[1] Data-Driven Asset Management

[2]

این رویکرد تنها 20 تا 30 درصد هزینه یک پروژه توسعه میدانی را نیاز دارد، بازگشت سرمایه را در 18 تا 30 ماه تضمین می‌کند و موجب کاهش 5 تا 8 درصدی مصرف خوراک در هر تن تولید می‌شود معادل کاهش تقاضای خالص خوراک معادل 180 هزار تن در سال. این کاهش، به‌طور مستقیم فشار بر پالایشگاه گاز بیدبلند به‌عنوان «نقطه تکیه‌گاه شکننده» سیستم را تعدیل کرده و ریسک سیستمی را کاهش می‌دهد [12]. هم‌زمان، تمامی این اقدامات با فناوری‌های داخلی قابل اجرا بوده و مستلزم واردات تجهیزات تحریمی نیستند، که این امر امنیت اجرایی را تضمین می‌کند. در نتیجه، بهینه‌سازی پایین‌دست نه یک تعویق در امنیت خوراک، بلکه پیش‌نیاز استراتژیک برای موفقیت آن است: با ایجاد جریان نقدی پایدار، زمینه را برای سرمایه‌گذاری هوشمند، کم‌ریسک و مبتنی بر داده واقعی در بالادست از سال 1407 به بعد فراهم می‌کند و به‌طور کامل با اولویت ملی «افزایش بازده دارایی‌های ملکی» در برنامه‌های ششم و هفتم توسعه همسو است.

6- نتیجه‌گیری

تصمیم‌گیری در حوزه سرمایه‌گذاری پتروشیمی دیگر نباید بر پایه دوگانگی کاذب «بالادست در برابر پایین‌دست» شکل گیرد، بلکه نیازمند رویکردی یکپارچه و سیستمی مبتنی بر داده‌های واقعی است. یافته‌های این پژوهش که بر اساس اطلاعات عملیاتی 9 واحد کلیدی در یک گروه صنایع پتروشیمی انجام شده، نشان می‌دهد که واحدهای پایین‌دستی با میانگین نرخ بهره‌برداری 68 درصد، دارای ظرفیت نهفته‌ای معادل 3/6 میلیون تن فرآورده در سال هستند که فعال‌سازی آن‌ها نیازمند افزایش خوراک از بخش بالادست نیست.

در مقابل، شکاف ساختاری خوراک (در وضعیت کنونی بین 0/6 تا 1/1 میلیون تن و در صورت فعال‌سازی کامل ظرفیت نهفته تا 2/5 میلیون تن) به همراه وابستگی 90 درصدی به پالایشگاه بیدبلند به عنوان «نقطه تکیه‌گاه شکننده»، ریسک سیستمی را به طور چشمگیری افزایش داده است.

تحلیل چندمعیاره، مبتنی بر استانداردهای بین‌المللی سال 2025، نشان می‌دهد که سناریوی بهینه‌سازی پایین‌دست (گزینه B) در مقایسه با سناریوی توسعه میادین (گزینه A) از نظر مالی کارآمدتر، از منظر اجرایی کم‌ریسک‌تر و از دیدگاه سیستمی پایدارتر است:

هزینه: تنها 20 تا 30 درصد سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای توسعه میدان

بازگشت سرمایه: در بازه 18 تا 30 ماه

کاهش مصرف خوراک: 5 تا 8 درصد به ازای هر تن تولید

قابلیت اجرا: با فناوری داخلی و بدون نیاز به تجهیزات تحریمی

این یافته‌ها با دو اصل کلیدی در ادبیات جهانی 2025 همسو است:

1) اولویت «فعال‌سازی دارایی‌های موجود» پیش از سرمایه‌گذاری در دارایی‌های جدید (ISO 55000:2024)

2) «مدیریت غیرمستقیم منابع بالادستی» از طریق بهبود کارایی در بخش پایین‌دست (Smith et al., 2025)

بر این اساس، نقشه راه دو مرحله‌ای زیر پیشنهاد می‌شود:

- مرحله کوتاه‌مدت (1404–1406):

اولویت با بهینه‌سازی فرآیندی و فعال‌سازی ظرفیت نهفته به منظور افزایش نرخ بهره‌برداری به 85 تا 90 درصد و تولید جریان نقدی پایدار.

- مرحله بلندمدت (از 1407 به بعد):

استفاده از جریان نقدی حاصل از مرحله اول برای تأمین بخشی از سرمایه‌گذاری توسعه میدان هدف، که اجرای آن را کم‌ریسک، کم‌بدهی و مبتنی بر شواهد واقعی می‌سازد.

در مجموع، رویکرد پیشنهادی نه‌تنها با اولویت‌های کلان کشور نظیر «افزایش بازده دارایی‌های ملکی» و «اقتصاد مقاومتی» همسو است، بلکه الگویی قابل تعمیم برای تصمیم‌گیری‌های راهبردی در صنایع انرژی‌محور جهان اسلام و کشورهای در حال توسعه ارائه می‌دهد:

بهینه‌سازی پایین‌دست، پلی اجرایی و مالی میان امنیت خوراک و بازده دارایی است.

7- منابع

[1] شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران، گزارش سالانه عملکرد صنعت پتروشیمی، تهران NIPC، 1404.

[2] A. Jakeman, R. Letcher, and J. Norton, “Ten iterative steps in development and evaluation of environmental models,” *Environmental Modelling & Software*, vol. 21, no. 5, pp. 602–614, May 2006.

[3] ISO 55000:2024, *Asset Management – Overview, Principles and Terminology*. Geneva: International Organization for Standardization, 2024.

[4] M. E. Jensen, “Monthly vs. Annual Cash Flow Modeling in Energy Projects,” *Energy Economics*, vol. 89,104812, 2020.

[5] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), *IEEE Reference Guide*, New York: IEEE, 2020.

[6] ISO/IEC 31010:2025, *Risk Assessment Techniques*. Geneva: International Organization for Standardization, 2025.

[7] R. Smith, J. Chen, and L. Wang, “Indirect Upstream Resource Management through Downstream Optimization,” *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 198, pp. 112–125, 2025.

[8] International Energy Agency (IEA), *Investment Decision Framework for Energy Infrastructure*, Paris: IEA Publications, 2025.

[9] T. Nguyen et al., “Single Point of Failure Analysis in Integrated Petrochemical Networks,” *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol. 78, pp. 104882, 2022.

[10] L. Zhang and Y. Liu, “Dynamic Sensitivity Analysis of Industrial Investment under Uncertainty,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 410, pp. 137215, 2025.

[11] M. Ebrahimi, “Return on Asset (ROA) as a Key Performance Indicator in Iranian Petrochemical Sector,” *Iranian Journal of Economic Studies*, vol. 12, no. 1, pp. 45–62, 2023.

[12] A. J. Jakeman, O. Barreteau, and P. Hunt, *Integrated Assessment and Decision Support in Environmental Management*, Cham: Springer, 2020.