

پیش امکان‌سنجی اقتصادی احداث کارخانه تولید اسید فسفریک ۷۵٪ از خاک فسفات در ایران

میثم شاهوردی^۱
فتاح محسن زاده^۲
عبداله علیزاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۷ تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۰۸/۰۱

چکیده

بیش از ۸۰ درصد مصرف جهانی اسید فسفریک در بخش تولید کودهای فسفاته متمرکز است و مابقی در صنایع فرآوری فلزات، تولید مواد شیمیایی و افزودنی‌های غذایی استفاده می‌شود. ماده اولیه اصلی برای تولید این اسید، سنگ فسفات است که کیفیت آن معمولاً بر اساس درصد BPL (Bone Phosphate of Lime) یا درصد P_2O_5 سنجیده می‌شود. سنگ فسفات با عیار بالاتر از ۶۵٪ BPL برای تولید صنعتی اسید فسفریک به روش مرطوب مناسب‌تر است. در سطح جهانی، کشورهایی چون مراکش، چین، آمریکا و روسیه به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکنندگان و صادرکنندگان سنگ فسفات شناخته می‌شوند. در سال‌های اخیر، به دلیل رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی، بازار جهانی کودهای فسفاته و به تبع آن اسید فسفریک، روندی صعودی داشته است. این رشد تقاضا، همراه با محدودیت منابع فسفات باکیفیت، موجب افزایش توجه کشورها به توسعه زنجیره ارزش فسفات شده است. ایران از نظر ذخایر فسفات در زمره کشورهای متوسط قرار دارد و معادن مهمی مانند معدن اسفوردی، معدن چرام و معدن بافق را در اختیار دارد. با این حال، بخش عمده‌ای از خاک فسفات استخراج شده به‌صورت خام یا با حداقل فرآوری به فروش می‌رسد. این امر باعث می‌شود ارزش افزوده قابل توجهی که در زنجیره پایین‌دستی فسفات وجود دارد، از اقتصاد کشور خارج شود. بررسی‌های مقدماتی نشان می‌دهد که ایجاد یک واحد تولید اسید فسفریک در مقیاس صنعتی می‌تواند ضمن کاهش وابستگی به واردات، افزایش ارزش افزوده معدنی و اشتغال‌زایی منطقه‌ای، زمینه توسعه صنایع تکمیلی در حوزه کودهای فسفاته و مواد شیمیایی مرتبط را فراهم کند. با وجود مزیت‌های مذکور، مطالعات نشان می‌دهد که در ایران پژوهش‌های منسجم و جامع در زمینه پیش‌امکان‌سنجی اقتصادی احداث واحد اسید فسفریک از خاک فسفات محدود بوده و اغلب به ارزیابی‌های اولیه فنی یا تحلیل‌های بازار در مقیاس محدود بسنده شده است. یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد پروژه ضمن دارا بودن شاخص‌های مثبت اقتصادی، نیاز به سرمایه‌گذاری ۱۳۱/۵ میلیون یورویی داشته و شاخص IRR حاصل از عملیات ۲۹/۹۵ درصد و NPV آن برابر با ۱۷/۸ میلیون یورو باشد.

واژگان کلیدی

پیش‌امکان‌سنجی، اسید فسفریک، خالص ارزش فعلی، بازده داخلی، تحلیل حساسیت، نقطه سر به سر

^۱ کارشناس ارشد مدیریت و پژوهشگر اقتصاد و سرمایه‌گذاری، شرکت بهسود سیستم پارس روژند، ایران.

(Meisam.shahverdi@gmail.com)

^۲ استادیار گروه مدیریت، واحد سواد کوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سواد کوه، ایران. (mohsenzadehf47@gmail.com)

^۳ استادیار گروه شیمی، واحد سواد کوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سواد کوه، ایران. (alizadeh3502@gmail.com)

۱. مقدمه

تجزیه و تحلیل امکان سنجی پروژه از چند جهت باعث خواهد شد که ذی نفعان پروژه به اهدافشان نزدیکتر شوند. در مرحله مفهومی پروژه این تجزیه و تحلیل موجب حصول بهترین گزینه و راه حل برای نیازها و اهداف ذی نفعان و سرمایه‌گذاران می‌شود (باقری، ۱۳۹۹). نظر به اهمیت این مرحله در بند ۱۰ ماده ۱ قانون برنامه و بودجه، مجموعه عملیاتی که بر اساس مطالعات توجیهی فنی و اقتصادی و اجتماعی انجام می‌شود، طرح عمرانی نامیده می‌شود و شروع عملیات عمرانی تنها پس از انجام مطالعات تهیه طرح مجاز شناخته می‌شود (راهنمای تهیه گزارش توجیهی طرح، جلد اول، ۱۳۹۲). پیش امکان سنجی اقتصادی با تحلیل تمام جوانب مهم در فضای اقتصاد، هزینه‌ها و درآمدهای اجرایی شدن طرح مورد نظر را بررسی می‌کند.

سنگ فسفات منبع اصلی مواد شیمیایی حاوی فسفر بوده و برای تولید کودهای شیمیایی و سایر مواد شیمیایی پایه فسفر به کار می‌رود. با اینکه پراکندگی فسفات در پوسته زمین بالاست با این وجود مناطق محدودی دارای معادنی با مقادیر بالای فسفات می‌باشند که استخراج آن را از نظر اقتصادی توجیه پذیر می‌کند. بر اساس گزارشات منتشر شده از سوی سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا^۱ از مجموع ۷۱ میلیارد تن معادن معادن کشف شده فسفات در جهان، ۷۰ درصد آن در کشور مراکش وجود دارد. کشورهای چین، مراکش، ایالات متحده، روسیه، اردن، عربستان سعودی، مصر، پرو و تونس منابع قابل توجهی خاک فسفات را دارا هستند و همانطور که بیان شد مراکش به ویژه دارای بزرگترین ذخایر فسفات در جهان است. زنجیره ارزش فسفات، هر چند از نظر تعداد، کاربردهای زیادی دارد، اما از نظر حجم تولید توسط بازار کودهای شیمیایی هدایت می‌گردد. تقریباً ۸۳ درصد سنگ فسفات تولید شده در جهان برای تولید کودهای شیمیایی استفاده می‌شود. مهمترین و پرکاربردترین محصولات نهایی در زنجیره ارزش فسفات، کودهای فسفات آمونیوم هستند که از واکنش اسید فسفریک و آمونیاک در واحدهای پتروشیمی تولید می‌شوند. صنعت کودهای مرکب ارتباط مستقیمی با توسعه صنایع معدنی، پتروشیمی و دسترسی به مواد اولیه این صنایع دارد.

این پژوهش دید روشنی از شرایط مالی و اقتصادی حاصل از احداث واحد تولید اسید فسفریک بر مبنای استفاده از خاک فسفات ارایه می‌دهد. در این مقاله با استفاده از گزارشات منتشر شده از سوی موسسه آی اچ اس مارکیت^۲ و تطابق آن با واقعیات داخل کشور، میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای احداث کارخانه تولید اسید فسفریک در ظرفیت ۳۳۰ هزار تن در سال بررسی شده و با پیش بینی هزینه‌های بهره برداری مورد نیاز و درآمد حاصل از فروش محصول، شاخص‌های اقتصادی طرح مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

۲. مبانی نظری و ادبیات پژوهش

۲-۱. مبانی نظری

پیشرفت اقتصادی یک کشور، فارغ از نوع حکمرانی و دولت آن در گرو فعالیت کسب و کارها و برندهای بزرگ آن است. اقتصاد پویا که به شکوفایی یک جامعه ختم می‌شود، تحولات بزرگی در زمینه‌های مختلف اعم از پزشکی و سلامت، خودروسازی، کشاورزی و غیره ایجاد می‌کند. اقتصاد پویا و پیشرفته نیازمند بستری است که ایده‌ها را تبدیل به کسب و کارهای موفق کند. کسب و کارهایی که روزی در مرحله امکان سنجی پروژه قرار داشته و پس از

^۱ <https://www.usgs.gov/>

^۲ IHS Markit

سال‌ها به برندهای موفق تبدیل شده‌اند. اقتصاد کشوری نظیر آلمان فارغ از سیاست‌های دولت، بر روی شانه برندهایی همچون بی‌ام و^۳، بوش^۴ و بنز^۵ به پیش می‌رود (مرکز مالی ایران^۶).

پروژه‌های صنعتی علی‌الخصوص پروژه‌هایی که بودجه آنها از بیت‌المال و یا منابع عمومی دولتی تامین می‌شود نقش مهمی در افزایش رضایتمندی مردم که از ذی‌نفعان اینگونه از پروژه‌ها هستند، دارد. تصویب اینگونه پروژه‌ها به دلایل مختلف من جمله دلایل سیاسی و تبلیغاتی و بدون وجود مطالعات اولیه جامع باعث افزایش زمان و هزینه از پیش تعیین شده می‌گردد. مطالعات امکان‌سنجی غالباً با تشخیص نیاز توسط مالک یا سرمایه‌گذار آغاز می‌شود. تشخیص درست نیاز و تامین آن موضوع مطالعات امکان‌سنجی است. غالباً نیاز با خواست مترادف یکدیگر ابراز می‌گردند در صورتیکه اگر توجه شود در می‌یابیم که اصالت با نیاز است نه با خواست. لذا اولین ضرورت، بیان خواست براساس شناسایی درست یک نیاز است. چه بسیار مشاهده شده است سرمایه‌گذاری‌های عظیم اقتصادی که توسط بخش‌های عمومی و یا خصوصی صورت پذیرفته در جهت تامین خواهش‌های ناسنجیده و یا پاسخ به انگیزه‌های نادرست بوده است. نتایج حاصل از پژوهش‌ها نشان داده تغییر برنامه‌ریزی، نقشه‌های اجرایی، طراحی، متره و برآورد، محدوده و سود حاصله حدود ۵۵ درصد در افزایش زمان و هزینه پروژه‌ها تاثیر گذار هستند و عوامل دیگر نیز ۴۵ درصد در افزایش هزینه و زمان دخیل هستند (صادقی لاغره، ۱۳۹۷).

مطالعات پیش امکان‌سنجی اولین مرحله در تجزیه و تحلیل پروژه است که در آن ایده و طرح یک پروژه با جزئیات دقیق‌تری بررسی می‌گردد تا مشخص شود فاکتورهای لازم جهت سرمایه‌گذاری را دارد یا نه. اهداف مطالعات پیش امکان‌سنجی شامل بررسی تمامی گزینه‌های پروژه، تجزیه و تحلیل و توجیح پذیری طراحی پروژه، نقاط مثبت و منفی، میزان جذابیت پروژه برای سرمایه‌گذاران و موسسات مالی است. در شرایط اقتصادی ایده‌آل یا رکود اقتصادی، ورود به یک بازار جدید یا گسترش بازار، با ریسک همراه است. با توجه به این موضوع مهم، امکان‌سنجی اقتصادی یک راه مناسب برای بررسی ورود و توسعه محصولات در این بازارها است. در واقع این نوع از مطالعات به یک پرسش اساسی و مهم پاسخ می‌دهد: آیا این سرمایه‌گذاری برای سازمان ارزش‌آفرین است؟

پیش امکان‌سنجی اقتصادی با تحلیل تمام جوانب مهم در فضای اقتصاد، هزینه‌ها و درآمدهای اجرایی شدن طرح مورد نظر را بررسی می‌کند. انجام این فرآیند به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند برنامه‌ریزی‌های لازم را با در نظر گرفتن پتانسیل خود انجام دهند. همچنین، آنها می‌توانند با شناسایی فرصت‌ها و مشکلات، سرمایه‌گذاران جدیدی به سمت خود جذب کنند. منظور از مطالعات توجیهی فنی و اقتصادی یا امکان‌سنجی، گردآوری مجموعه آمار، اطلاعات، بررسی و تحلیل‌هایی درباره طرح یا پروژه‌ای است که بر اساس آن بتوان در مورد سودآوری و شاخص‌های اقتصادی طرح، قضاوت نمود (راهنمای تهیه گزارش توجیهی طرح، جلد دوم، ۱۳۹۲). در سال ۱۹۵۱ کتابی به عنوان تهیه، تنظیم و ارزشیابی اقتصادی طرح‌های عمرانی در دو جلد توسط سازمان ملل متحد انتشار یافت. تا پیش از این تاریخ یاده شده هیچ کتاب یا

³ BMW

⁴ BOCSH

⁵ Mercedes Benz

⁶ <https://B2n.ir/t95039>

دستورالعمل یا رهنمود جامعی درباره چگونگی مطالعه امکان سنجی پروژه‌های عمرانی یا سرمایه گذاری برای کشورهای در حال توسعه وجود نداشت. این سازمان نرم‌افزاری به نام کامفار^۷ را به منظور یکسان سازی مطالعات اقتصادی از لحاظ ساختار و گزارش گیری در سال ۱۹۸۳ پس از سه سال دوران آزمایشی ارایه نمود. با استفاده از این نرم افزار می توان روی داده‌ها تجزیه و تحلیل مالی و اقتصادی و تحلیل حساسیت انجام داد (باقری، ۱۳۹۹). محاسبات اقتصادی این پژوهش نیز با استفاده از نرم افزار کامفار ویرایش ۳,۳ تهیه شده است.

۲-۲. پیشینه پژوهش

اقتصاد مهندسی از شاخه‌های علم اقتصاد است که در اجرایی نمودن هدف اقتصاد که همانا تخصیص بهینه منابع تولید به خواسته‌های نامحدود بشری است، کارگشا می‌باشد. اقتصاد مهندسی از روش‌های تحلیلی که در برآورد هزینه و تعیین ارزش سیستم‌ها، فرآورده‌ها و خدمات به کار می‌روند، گفتگو می‌کند (مهربانی، ۱۴۰۰). مطالعات امکان‌سنجی به عنوان ابزارهای حیاتی در ارزیابی پروژه‌های اقتصادی شناخته می‌شوند که نقش تعیین کننده‌ای در موفقیت یا شکست سرمایه‌گذاری‌ها ایفا می‌کنند. پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند این مطالعات با تحلیل جامع جنبه‌های فنی، مالی، بازار و محیطی، پایه‌های تصمیم‌گیری آگاهانه را فراهم می‌کنند.

روش‌های متعددی برای تعیین اقتصادی بودن و رتبه‌بندی پروژه‌های رقابتی وجود دارد. روش نرخ بازگشت سرمایه داخلی یکی از پر کاربردترین روش‌هایی است که به منظور تعیین مطلوبیت پروژه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (سعید آبادی، ۱۳۹۰).

نامدار زنگنه و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه با استفاده از روش دلفی، روش رتبه‌بندی دینامیک و برنامه‌ریزی آرمانی، رویکردی ترکیبی جهت انتخاب پروژه ارایه دادند که تلاش می‌کند جنبه‌های اقتصادی، سودزایی و محدودیت‌های پیش‌رو برای انجام پروژه را در نظر بگیرد. در بین مدل‌هایی که تا کنون به منظور انتخاب پروژه‌ها ارایه شده‌اند مدل‌های کمی کوشیده‌اند اهداف مختلف انتخاب پروژه را برآورد سازند و اکثر آنها به تنهایی به برآورده کردن یک جنبه رضایت داده‌اند لذا لزوم ارایه مدلی جهت ادغام اهداف کاملاً احساس می‌شود. لذا در این پژوهش مدل ترکیبی دلفی، برنامه‌ریزی آرمانی و رتبه‌بندی دینامیک جهت انتخاب پروژه‌ها مطرح شده است و پژوهشگران آن بیان داشتند که این مدل با در نظر گرفتن اهداف مختلف کمی و کیفی قادر است بهترین پروژه‌ها در شرایط دنیای واقعی را انتخاب کند.

حسین بر (۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان بررسی سطح اعتماد سرمایه‌گذاران سیستان و بلوچستان به طرح‌های توجیهی مالی اقتصادی به بررسی سطح اعتماد سرمایه‌گذاران سیستان و بلوچستان به طرح‌های توجیهی مالی اقتصادی در این استان پرداخته است. نتایج بخش ابتدایی پرسشنامه نشان داد که سطح اعتماد به مطالعات طرح‌های توجیهی و امکان سنجی مالی و اقتصادی به صورت ملموس و محسوسی پایین است به گونه‌ای که ۵۶٪ پاسخ دهندگان سطح اعتماد زیر متوسط را درج کرده‌اند و ۲۸٪ سطح اعتماد متوسط، ۱۶٪ سطح اعتماد بالا را اعلام کرده‌اند و در نهایت هیچ کس سطح اعتماد بسیار بالا را درج نکرده است. بنابر یافته‌های بخش فوق در بخش مقایسه زوجی یا دیمتل به بررسی علل و ریشه‌های آن پرداخته شده که نشان می‌دهد علل پایین بودن سطح اعتماد سرمایه‌گذاران به مطالعات توجیهی و امکان سنجی مالی و اقتصادی مواردی

⁷ COMFAR III

همچون ضعف مطالعات گذشته، بی‌ثباتی اقتصاد کشور، عدم توجه دولت در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی به وضعیت کشور و مواردی از این قبیل می‌باشد.

اسید فسفریک به عنوان یکی از محصولات استراتژیک صنایع شیمیایی و کشاورزی، ماده‌ی اولیه اصلی در تولید کودهای فسفاته و بسیاری از ترکیبات شیمیایی صنعتی و خوراکی محسوب می‌شود. فرآورده‌های تولید آن عمدتاً شامل روش‌های حرارتی و مرطوب است که در ایران به دلیل دسترسی نسبی به خاک فسفات و اسید سولفوریک، روش مرطوب^۸ رواج بیشتری دارد. در سال‌های اخیر پژوهش‌های متعددی در کشور با هدف بهینه‌سازی فرآیند تولید، بهبود بهره‌وری، و ارزیابی اقتصادی این صنعت انجام شده است.

صادقی‌راد و پارسای‌آریانی (۱۳۹۹) در مقاله‌ای، فرآورده‌های متداول تولید اسید فسفریک را معرفی و وضعیت جهانی و داخلی تولید این محصول را بررسی کردند. آنان با تمرکز بر شرکت‌های دارنده لیسانس فناوری مانند Prayon، چالش‌های صنعت ایران نظیر عیار پایین منابع فسفات و محدودیت‌های فناوری را تحلیل و بر لزوم انتخاب فناوری‌های سازگار با شرایط بومی تاکید نمودند.

مبینی و خرقانی (۱۴۰۱) در یک مطالعه آزمایشگاهی و شبیه‌سازی، فرآیند دی‌هیدرات تولید اسید فسفریک را با استفاده از نرم‌افزار Aspen Plus مدل‌سازی کردند. نتایج پژوهش آنان که بر خوراک داخلی مبتنی بود، نشان داد طراحی شبیه‌سازی شده توانایی پیش‌بینی دقیق عملکرد صنعتی را دارد و می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری برای احداث واحدهای جدید باشد.

قیمتس (۱۳۹۳) در پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خود، امکان تولید اسید فسفریک خوراکی از کنسانتره فسفات معدن اسفوردی یزد را بررسی نمود. وی علاوه بر اجرای آزمایش‌های حذف ناخالصی و فلزات سنگین، از روش‌های بهینه‌سازی آماری برای کاهش هزینه‌های آزمایشگاهی و زمان اجرا استفاده کرد. یافته‌ها نشان داد که می‌توان محصولی با استاندارد خوراکی تولید نمود که ارزش افزوده بالاتری نسبت به گرید صنعتی دارد.

عادل‌نسب و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای، فرآیند تولید اسید فسفریک از خوراک باطله فسفات را با نرم‌افزار Aspen Plus شبیه‌سازی و مدل‌سازی ترمودینامیکی (با استفاده از معادلات ELEC-NRTL) انجام دادند. این مطالعه با داده‌های تجربی اعتبارسنجی شده و توانست معادلات جرم و انرژی دقیق فرآیند را ارائه کند که برای طراحی و بهینه‌سازی واحدهای جدید قابل استفاده است.

شانظری شاهرزائی و آتشی (۱۳۸۴) در یک مطالعه آزمایشگاهی، سینتیک واکنش تولید اسید فسفریک به روش دی‌هیدرات را بررسی کردند. تأثیر متغیرهایی همچون اندازه ذرات خوراک، دمای واکنش، نسبت اختلاط و غلظت اسید سولفوریک بر درصد استخراج مطالعه شد و نتایج کاربردی برای طراحی راکتورهای صنعتی ارائه گردید.

همچنین در یک پروژه مهندسی ارزش، واحد اسید فسفریک پتروشیمی رازی مورد تحلیل قرار گرفت (۱۳۸۴). این مطالعه با رویکرد کارکرد-محور و استفاده از ایده‌های تیمی توانست بیش از ۱۹۶ میلیارد ریال صرفه‌جویی بالقوه در هزینه‌های اجرایی شناسایی کند و نشان داد که مدیریت خلاقانه پروژه می‌تواند اثرات اقتصادی قابل توجهی داشته باشد.

بررسی این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اگرچه مطالعات متعددی در ایران بر جنبه‌های فنی و فرآیندی تولید اسید فسفریک متمرکز بوده‌اند، پژوهش‌های جامع در حوزه پیش‌امکان‌سنجی اقتصادی با لحاظ هم‌زمان متغیرهای بازار، هزینه‌های

^۸ Wet Process

سرمایه گذاری، هزینه های عملیاتی و تحلیل ریسک، همچنان محدود است. این خلأ پژوهشی ضرورت انجام مطالعات اقتصادی مبتنی بر داده های بومی را برجسته می سازد.

۳. روش شناسی پژوهش

به منظور بررسی جذابیت اقتصادی طرح از شاخص های نرخ بازده داخلی^۹ و ارزش فعلی خالص^{۱۰} استفاده می شود. نرخ بازده داخلی نرخي است که در آن ارزش فعلی خالص جریان های نقدی یک پروژه برابر صفر می شود. این نرخ به عنوان معیاری برای ارزیابی سودآوری سرمایه گذاری استفاده می شود و محاسبه آن مبتنی بر حل معادله $NPV=0$ است.

$$NPV = \sum_{n=0}^N \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

(۱)

N: تعداد کل دوره ها^{۱۱}

n: عدد صحیح غیر منفی^{۱۲}

Cn: جریان نقدی^{۱۳}

r: نرخ تنزیل^{۱۴}

با حل این معادله بر مبنای $NPV=0$ پارامتر r مشخص می شود که در این حالت برابر با نرخ بازده داخلی می شود. در محاسبات مالی و اقتصادی طرح ها در فرمول ارزش فعلی خالص از نرخ تنزیل (ارزش زمانی پول) استفاده می کنند. نرخ تنزیل ابزاری است برای محاسبه ارزش فعلی پولی که در آینده دریافت می شود. این نرخ در تحلیل پروژه ها، ارزیابی سرمایه گذاری ها و محاسبه ارزش فعلی جریان های نقدی آینده استفاده می شود. با استفاده از این نرخ، می توان فهمید که یک مبلغ مشخص در آینده، امروز چه ارزشی خواهد داشت. در این پژوهش نرخ تنزیل برابر با ۲۵ درصد لحاظ شده است که برابر با نرخ سود گواهی سپرده در زمان تهیه پژوهش بوده است.

در محاسبه نرخ بازده داخلی فرض بر آن است که کلیه هزینه ها و درآمدهای جریان های نقدی با یک نرخ ثابت به ارزش روز تنزیل می گردد که این نرخ ثابت که مجهول معادله نیز می باشد همان نرخ بازده داخلی است. نرخ بازده داخلی به نحوی تعیین می گردد که جمع جبری ارزش روز کلیه جریان های نقدی صفر شود. اما در صورتیکه با توجه به شرایط بازار سرمایه، نرخ تنزیل هزینه ها و نرخ تنزیل درآمدها بایکدیگر اختلاف قابل توجهی داشته باشد بایستی نرخ هریک از این دو جریان را جداگانه تعیین و بر اساس آن شاخص نرخ بازده داخلی تعدیل شده^{۱۵} را محاسبه نمود.

فرض محاسباتی نرخ بازده داخلی این است که جریان نقدی طی دوره های آتی با نرخ بازده داخلی مجدد سرمایه گذاری می شود؛ در حالیکه در واقعیت این امکان ندارد که جریان نقد در دوران بهره برداری با همان نرخ، سرمایه گذاری مجدد

^۹ IRR (Internal Rate of Return)

^{۱۰} NPV (Net Present Value)

^{۱۱} Total Number of Periods

^{۱۲} Non-Negative Integer

^{۱۳} Cash Flow

^{۱۴} Discount rate

^{۱۵} MIRR (Modified Internal Rate of Return)

گردد. برای رفع این مشکل از شاخص نرخ بازده داخلی تعدیل شده استفاده می‌شود که در آن نرخ سرمایه گذاری مجدد بصورت جداگانه در نرم افزار کامفار وارد می‌شود. در این پژوهش این نرخ ۹ درصد (سود سپرده‌های بانکی کوتاه مدت) در نظر گرفته شده است.

$$MIRR = \sqrt[n]{\frac{FV(Positive\ Cash\ Flows, Reinvestment\ Rate)}{PV(Negative\ Cash\ Flows, Discount\ Rate)}} - 1 \quad (2)$$

FV: معادل مجموع ارزش آتی جریانات نقدی مثبت با نرخ سرمایه گذاری مجدد

PV: معادل مجموع ارزش روز جریانات نقدی منفی با نرخ استقراض

پیش‌بینی سرمایه گذاری مورد نیاز این طرح و همچنین میزان مصارف انرژی از گزارشات موسسه IHS Markit^{۱۶} استخراج شده و با شرایط داخل کشور در زمان انجام پژوهش تطابق داده شده است. گزارش‌های این موسسه به چند دسته تقسیم می‌شوند:

^{۱۷} PEP Report: این گزارش‌ها به تفصیل به تجزیه و تحلیل فنی و اقتصادی فرآیندهای مواد شیمیایی و صنایع پتروشیمی می‌پردازد. تا کنون این گزارش‌ها برای بیش از ۲۰۰۰ فرایند و تکنولوژی جدید صنعتی ارائه شده است. این گزارش‌ها خود به گزارش‌های Review، Cost Index و Year Book تقسیم می‌شوند؛ که به شرح بیش از ۶۰۰ فرآیند شیمیایی شامل مواد اولیه، سرویس‌های جانبی (یوتیلیتی)، محصولات تولیدی، برآورد هزینه‌های سرمایه‌گذاری، بررسی و مقایسه فرآیندهای تولید و بررسی تجهیزات مورد استفاده می‌پردازد که بر مبنای قیمت‌های آمریکا، آلمان، چین و ژاپن به عنوان شاخص عرضه می‌شود.

^{۱۸} CEH Report: معتبرترین خدمات تجارت و بازاریابی مواد شیمیایی را در دنیا ارائه می‌کند و نتایج تحقیقات خود را که شامل یک ارزیابی کامل از عرضه و تقاضا، تولید کنندگان و ظرفیت تولیدات، پیش‌بینی تغییرات تقاضاهای آینده و نیز تجزیه و تحلیل بازار رقابتی بیش از ۳۰۰ ماده شیمیایی می‌باشد را بصورت گزارش عرضه می‌کند.

Word Analysis: ترکیبی است از گزارش‌های موسسه CAMI^{۱۹} که به بررسی بازار بیش از ۳۶ محصول پتروشیمی شامل ظرفیت، قیمت‌های تاریخی، عرضه و تقاضا و پیش‌بینی قیمت‌ها در یک دوره ده ساله در سطح جهان می‌پردازد. پس از آماده سازی اطلاعات مالی در نرم افزار Excel، محاسبات اقتصادی با استفاده از نرم افزار کامفار ۳٫۳ انجام شده است. نرخ تسعیر ارز نیز بر اساس نرخ فروش سامانه سنا در تاریخ ۱۴۰۴/۰۵/۱۸ در محاسبات لحاظ شده است:

جدول ۱. نرخ تسعیر ارز

شرح	ریال
یورو	۸۳۹،۰۹۱
دلار	۷۱۹،۶۲۸

^{۱۶} شرکت خدمات اطلاعات انگلیسی - آمریکایی است که در سال ۲۰۱۶ از ادغام شرکت آمریکایی IHS با شرکت انگلیسی Markit تأسیس شد. دفتر مرکزی این شرکت در شهر لندن قرار دارد و بخشی از سهام آن در بازار بورس نیویورک معامله می‌شود.

^{۱۷} Process Economic Program

^{۱۸} Chemical Economic Handbook

^{۱۹} Chemical Market Associates, Inc

۴. یافته‌های پژوهش

برای احداث کارخانه تولید اسید فسفریک از سنگ معدن فسفات، چندین لایسنسور و فرآیند اختصاصی در سطح جهانی وجود دارد که برخی از مهم‌ترین آنها عبارتند از:

فرآیند مرطوب^{۲۰}: این روش رایج‌ترین تکنولوژی تولید اسید فسفریک است و شامل حل کردن سنگ فسفات در اسید سولفوریک می‌شود. برخی از لایسنسورهای معروف این فرآیند عبارتند از:

- Prayon Technologies (بلژیک)
- Jacobs (formerly Bateman & Dorr-Oliver) (آمریکا/هلند)
- KemWorks (آمریکا)
- HemiChem (چین)

فرآیند حرارتی^{۲۱}: این روش برای تولید اسید فسفریک خالص‌تر استفاده می‌شود و شامل احتراق فسفر عنصری است. برخی از لایسنسورها عبارتند از:

- KBR (Kellogg Brown & Root) (آمریکا)
- WESA (آلمان)

میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز بخش فرآیندی و همچنین میزان مصارف انرژی برای احداث کارخانه تولید اسید فسفریک به روش مرطوب در ظرفیت ۳۳۰ هزار تن در سال از گزارش PEP Report 8C P.73-85 (CEH) که برای منطقه چین می‌باشد استخراج شده و با توجه به هزینه‌های داخل کشور (بر اساس زمان تهیه گزارش) تطابق داده شده است.^{۲۲} فرآیند در نظر گرفته شده برای تولید اسید فسفریک ۷۵٪ و بر مبنای فرآیندهای شرکت فیشنر لیمیتد^{۲۳} می‌باشد.

۴-۱. هزینه‌های سرمایه‌گذاری

جدول شماره ۲ پیش‌بینی هزینه‌های سرمایه‌گذاری مورد نیاز را نشان می‌دهد:

جدول ۲. پیش‌بینی هزینه‌های سرمایه‌گذاری مورد نیاز

شرح	جمع کل (یورو)
زمین (۵ هکتار) ^{۲۴}	۶۰۰,۰۰۰
احداث کارخانه ^{۲۵}	۷۳,۵۵۵,۰۰۰
اثاثیه و منصوبات	۳۵,۰۰۰
وسایط نقلیه	۹۵,۰۰۰
پیش‌بینی نشده (۵٪ هزینه‌های فوق به جز زمین)	۳,۶۸۴,۲۵۰

^{۲۰} Wet Process

^{۲۱} Thermal Process

^{۲۲} منتشر شده در نشریه IHS Markit 2021 Q3

^{۲۳} Fisons Limited یک شرکت صنایع شیمیایی انگلیسی است که در سال ۱۸۴۳ تأسیس شده است. در اواخر سال ۱۹۹۵ توسط شرکت Rhone Poulenc مستقر در ایالات متحده آمریکا خریداری شد که متعلق به غول شیمیایی فرانسه است.

^{۲۴} مکان یابی احداث طرح با توجه به اسید سولفوریک مورد نیاز و نزدیکی به بندر، استان هرمزگان در نظر گرفته شده است.

^{۲۵} هزینه احداث کارخانه شامل محوطه‌سازی، ابنیه، ساختمان، ماشین‌آلات، تجهیزات و تاسیسات مورد نیاز در قالب قرارداد EPC با شرکت‌های چینی از قبیل HEMI Chem و Hubei Xingfa Chemicals Group, Wengfu Group, YunnanPhosphateGroup بر اساس نمونه پروژه‌های انجام شده این شرکت‌ها در سایر کشورها و گزارش‌های PEP در نظر گرفته شده است.

شرح	جمع کل (یورو)
جمع سرمایه گذاری ثابت	۷۷,۹۶۹,۲۵۰
هزینه های قبل از بهره برداری	۱۸۰۰,۰۰۰
سرمایه در گردش	۵۱,۷۳۱,۱۸۱
جمع کل هزینه های سرمایه گذاری طرح	۱۳۱,۵۰۰,۴۳۱

مبنای محاسبات سرمایه در گردش طبق جدول ۳ می‌باشد:

جدول ۳. سرمایه در گردش

یورو	روزهای پوشش	سال اول بهره‌برداری	سال دوم بهره‌برداری	سال سوم به بعد بهره‌برداری
کل موجودی کالا	۰	۳۶,۲۲۵,۸۴۵	۴۰,۰۸۰,۵۱۴	۴۴,۴۱۳,۷۵۳
مواد خام	۹۰	۳۰,۳۸۳,۴۴۱	۳۳,۶۰۱,۸۵۰	۳۷,۲۵۴,۹۰۰
ملزومات کارخانه	۳۰	۱۰۱,۲۷۸	۱۱۲,۰۰۶	۱۲۴,۱۸۳
انرژی	۳۰	۵۶۶,۱۳۳	۶۱۲,۰۳۲	۶۶۴,۱۲۹
موجودی کالای در جریان ساخت	۷	۲,۶۱۱,۶۸۴	۲,۸۸۰,۳۳۷	۳,۱۸۵,۲۷۱
موجودی کالای ساخته شده	۷	۲,۵۶۳,۳۰۹	۲,۸۷۴,۲۹۰	۳,۱۸۵,۲۷۱
حسابهای دریافتنی	۱۵	۵,۵۳۰,۶۴۵	۶,۲۰۱,۷۶۲	۶,۸۷۲,۸۸۰
موجودی نقد	۳۰	۳۹۷,۷۰۶	۴۱۹,۶۴۵	۴۴۴,۵۴۸
حسابهای پرداختنی	۰	۰	۰	۰
کل سرمایه در گردش خالص مورد نیاز	-	۴۲,۱۵۴,۱۹۵	۴۶,۷۰۱,۹۲۲	۵۱,۷۳۱,۱۸۱

۴-۲. هزینه‌های بهره‌برداری سالانه

طبق اطلاعات ارایه شده در PEP Report به ازای هر تن اسید فسفریک به مواد اولیه اصلی و همچنین یوتیلیته‌های زیر نیاز خواهیم داشت:

جدول ۴. میزان مواد اولیه و یوتیلیته مورد نیاز به ازای هر تن محصول

شرح	میزان مورد نیاز به ازای هر تن محصول	واحد اندازه‌گیری
سنگ فسفات ۶۶٪ BPL ^{۲۶}	۲/۴۷	تن
اسید سولفوریک	۱/۸۸	تن
آنتی فوم	۰/۱۸	تن
برق	۴۲۴/۸	کیلووات ساعت
بخار	۵/۷۶	تن
آب فرآیندی	۹/۳۶	متر مکعب
آب دمین	۱/۲۶	متر مکعب
آب شرب	۰/۱۸	متر مکعب
آب کولینگ	۰/۰۲۸	متر مکعب

^{۲۶} در صنعت فسفات، محتوای سنگ فسفات معمولاً به صورت فسفات تری کلسیم بیان می‌شود و به طور سنتی به عنوان فسفات استخوان آهک * (P₂O₅) (2.1853=BPL) نامیده می‌شود. اصطلاح اخیر یادآور زمانی است که استخوان‌ها منبع اصلی فسفات در صنعت کودهای شیمیایی بودند.

شرح	میزان مورد نیاز به ازای هر تن محصول	واحد اندازه گیری
هوای ابزار دقیق	۸/۸۲	نرمال متر مکعب
هوای پلنت	۳/۱۶	نرمال متر مکعب
گاز طبیعی	۴۸۷/۴	نرمال متر مکعب

هزینه‌های بهره‌برداری سالانه بر اساس میزان مواد اولیه و مصرف و یوتیلیته‌های ارایه شده در جدول ۴ و اصول تهیه گزارشات پیش امکان سنجی مورد تایید بانک‌های عامل در کشور، به شرح ذیل پیش بینی شده است:

جدول ۵. پیش بینی هزینه‌های بهره‌برداری سالیانه در سال مبنا^{۲۷}

شرح	هزینه کل (یورو)	درصد از کل
هزینه مواد خام ^{۲۸}	۱۴۹,۰۱۹,۶۰۰	٪۸۸
هزینه‌های حمل و نقل، بسته بندی و سایر ملزومات مصرفی (۱٪ هزینه مواد خام)	۱,۴۹۰,۱۹۶	٪۱
انرژی و یوتیلیته ^{۲۹}	۷,۹۶۹,۵۴۸	٪۵
هزینه قطعات یدکی، نگهداری و تعمیرات	۲,۳۳۹,۰۷۸	٪۱
حقوق و مزایای پرسنل تولید و اداری (۱۶۰ نفر)	۱,۲۲۰,۳۶۸	٪۱
پیش بینی نشده (۱٪ از اقلام فوق)	۱,۶۲۰,۳۸۸	٪۱
استهلاک ^{۳۰}	۵,۰۹۱,۷۷۵	٪۳
هزینه‌های عملیاتی تولید	۱۶۸,۷۵۰,۹۵۳	٪۹۹
هزینه‌های غیرعملیاتی تولید	۱,۲۸۹,۹۳۹	٪۱
بازاریابی و فروش (۰/۵٪ درآمد)	۱,۱۳۵,۲۰۰	٪۱
بیمه دارایی‌های ثابت (۲ در هزار سرمایه ثابت به جز زمین)	۱۵۴,۷۳۹	٪۰,۱
جمع کل	۱۷۰,۰۴۰,۸۹۱	٪۱۰۰

بر این اساس بهای تمام شده هر تن محصول اسید فسفریک ۷۵ درصد برابر با ۵۱۵ یورو خواهد بود.

جدول زیر هزینه یابی هزینه‌های بهره‌برداری^{۳۱} را بر اساس هزینه‌های ثابت^{۳۲} و متغیر^{۳۳} نشان می‌دهد

^{۲۷} سال مبنا سالی است که کارخانه با ۱۰۰ درصد ظرفیت فعالیت می‌نماید.

^{۲۸} در پنج سال گذشته قیمت خاک فسفات با عیار ۶۶٪ BPL بر اساس بازار هند بطور متوسط، ۱۵۰ یورو به ازای هر تن بوده است که در این پژوهش نیز قیمت خوارک ورودی خاک فسفات ۱۵۰ یورو بر تن در نظر گرفته شده است. منابع مورد استفاده در پیش بینی قیمت خاک فسفات منابع بین‌المللی مانند World Bank Commodity Price Data, IndexMundi و پایگاه‌های تخصصی کود و فسفات می‌باشد. قیمت اسید سولفوریک نیز بر اساس متوسط قیمت‌های داخل کشور در زمان انجام پژوهش، ۴۳ یورو بر تن در نظر گرفته شده است.

^{۲۹} با توجه به اینکه در بخش هزینه‌های سرمایه‌گذاری - ماشین آلات و تجهیزات، هزینه مورد نیاز مشتمل بر واحدهای تولید یوتیلیته نیز می‌باشد لذا قیمت هر متر مکعب آب مورد نیاز ورودی به واحد یوتیلیته ۴۵۰,۰۰۰ ریال (قابل تامین از آب شیرین کن بندرعباس) در نظر گرفته شده است. در خصوص برق نیز هر کیلووات ساعت ۹,۸۵۰ ریال و هر نرمال متر مکعب گاز ۵۰,۰۰۰ ریال در محاسبات لحاظ شده است. (بر اساس قیمت‌های موجود در شهرک‌های صنعتی استان هرمزگان)

^{۳۰} بر اساس ضوابط مندرج در قانون مالیات‌های مستقیم

^{۳۱} هزینه‌یابی بر اساس هزینه‌های ثابت و متغیر در زمان بهره‌برداری، روشی است که در حسابداری صنعتی برای تفکیک هزینه‌ها به دو دسته اصلی، یعنی هزینه‌های ثابت و متغیر، استفاده می‌شود تا بتوان عملکرد مالی و سودآوری یک شرکت یا واحد تولیدی را در طول زمان بررسی و ارزیابی کرد

^{۳۲} هزینه‌هایی هستند که با تغییر حجم تولید یا فعالیت، تغییر نمی‌کنند. به عبارت دیگر، این هزینه‌ها مستقل از میزان تولید هستند و باید در هر سطح فعالیت پرداخت شوند.

جدول ۶. هزینه یابی هزینه‌های بهره‌برداری سالانه

هزینه متغیر		هزینه ثابت		هزینه کل (یورو)	شرح
هزینه	درصد	هزینه	درصد		
۱۴۹,۰۱۹,۶۰۰	٪۱۰۰	۰	٪۰	۱۴۹,۰۱۹,۶۰۰	هزینه مواد خام
۱,۴۹۰,۱۹۶	٪۱۰۰	۰	٪۰	۱,۴۹۰,۱۹۶	هزینه‌های حمل و نقل، بسته بندی و سایر ملزومات مصرفی (۱٪ هزینه مواد خام)
۶,۳۷۵,۶۳۸	٪۸۰	۱,۵۹۳,۹۱۰	٪۲۰	۷,۹۶۹,۵۴۸	انرژی و یوتیلیتی
۱,۸۷۱,۲۶۲	٪۸۰	۴۶۷,۸۱۶	٪۲۰	۲,۳۳۹,۰۷۸	هزینه قطعات یدکی، نگهداری و تعمیرات
۳۶۶,۱۱۰	٪۳۰	۸۵۴,۲۵۸	٪۷۰	۱,۲۲۰,۳۶۸	حقوق و مزایای پرسنل تولید و اداری (۱۶۰ نفر)
۸۱۰,۱۹۴	٪۵۰	۸۱۰,۱۹۴	٪۵۰	۱,۶۲۰,۳۸۸	پیش بینی نشده (۱٪ از اقلام فوق)
۰	٪۰	۵,۰۹۱,۷۷۵	٪۱۰۰	۵,۰۹۱,۷۷۵	استهلاک
۱۵۹,۹۳۳,۰۰۱		۸,۸۱۷,۹۵۲		۱۶۸,۷۵۰,۹۵۳	هزینه‌های عملیاتی تولید
۱,۱۳۵,۲۰۰		۱۵۴,۷۳۹		۱,۲۸۹,۹۳۹	هزینه‌های غیر عملیاتی تولید
۱,۱۳۵,۲۰۰	٪۱۰۰	۰	٪۰	۱,۱۳۵,۲۰۰	بازاریابی و فروش (۵٪ درآمد)
۰	٪۰	۱۵۴,۷۳۹	٪۱۰۰	۱۵۴,۷۳۹	بیمه دارایی‌های ثابت (۲ در هزار سرمایه ثابت به جز زمین)
۱۶۱,۰۶۸,۲۰۱		۸,۹۷۲,۶۹۰		۱۷۰,۰۴۰,۸۹۱	جمع کل

۳-۴. فروش و درآمد

بر اساس گزارشات منتشر شده در منابع معتبر^{۳۳} در ماه آگوست ۲۰۲۵، قیمت محصول اسید فسفریک ۷۵ درصد به شرح ذیل می‌باشد که به دلیل تفاوت در کیفیت، مقیاس خرید، شرایط پرداخت و هزینه‌های لجستیک بازه قیمتی اعلام شده است.

جدول ۷. قیمت محصول اسید فسفریک ۷۵ درصد

شرح	بازه قیمتی (یورو بر تن)
مراکش	۸۷۲-۱,۱۰۵
جنوب شرق آسیا	۹۳۰-۱,۱۶۳
هند	۹۸۸-۱,۲۷۹
خاورمیانه	۱,۰۴۷-۱,۳۳۷
اتحادیه اروپا	۱,۲۷۹-۱,۶۲۸

طبق تحقیقات میدانی انجام شده قیمت فروش اسید فسفریک تولیدی در کشور ۳۰-۴۰ درصد از قیمت محصول وارداتی ارزان‌تر می‌باشد. در حال حاضر قیمت اسید فسفریک در ایران در حدود ۷۱۵ یورو بر تن می‌باشد. در صورتیکه بخواهیم قیمت فروش محصول را بصورت بدینانه در نظر بگیریم متوسط قیمت طی ۵ سال گذشته در حدود ۶۸۸ یورو بر تن می‌باشد که برای محاسبات این میزان در نظر گرفته شده است.

^{۳۳} هزینه‌هایی هستند که با تغییر حجم تولید یا فعالیت، تغییر می‌کنند. این هزینه‌ها مستقیماً با میزان تولید یا فعالیت مرتبط هستند و با افزایش تولید، افزایش و با کاهش تولید، کاهش می‌یابند.

^{۳۴} بر اساس قیمت‌های اعلامی در وب سایت شرکت‌ها و موسسات معتبر از قبیل ICIS (Independent، Argus Media، CRU Group، Commodity Intelligence Services)

جدول ۸. درآمد فروش

شرح	ظرفیت (تن)	قیمت واحد (یورو)	درآمد سالانه (یورو)
اسید فسفریک ۷۵٪	۳۳۰،۰۰۰	۶۸۸	۲۲۷،۰۴۰،۰۰۰

در محاسبات اقتصادی ظرفیت در سال اول بهره‌برداری ۸۰٪، سال دوم ۹۰٪ و از سال سوم به بعد ۱۰۰٪ ظرفیت در نظر گرفته شده است.

۴-۴. شاخص‌های اقتصادی

با بهره‌گیری از نرم افزار کامفار و برنامه نویسی مالی در آن بر اساس مفروضات در نظر گرفته شده، محاسبات اقتصادی انجام شده و در جدول ۱۰ ارائه شده است:

جدول ۹. مفروضات مالی

شرح	مقدار	واحد
نرخ تنزیل	۲۵	درصد
نرخ سرمایه‌گذاری مجدد	۹	درصد
نرخ مالیات بر درآمد	۲۵	درصد
نرخ یورو	۸۳۹،۰۹۱	ریال
نرخ دلار	۷۱۹،۶۲۸	ریال
مدت زمان ساخت	۳	سال
مدت زمان بهره‌برداری	۱۰	سال
ظرفیت تولید	۳۳۰،۰۰۰	تن
درصد ظرفیت تولید	سال اول ۸۰٪ سال دوم ۹۰٪ از سال سوم به بعد ۱۰۰٪	درصد
تامین مالی	۱۰۰٪ آورده صاحبان سهام	-

جدول ۱۰. شاخص‌های اقتصادی

شرح	مقدار	واحد
میزان سرمایه‌گذاری ثابت مورد نیاز	۷۷،۹۶۹،۲۵۰	یورو
میزان مخارج پیش از تولید مورد نیاز	۱،۸۰۰،۰۰۰	یورو
سرمایه در گردش مورد نیاز	۵۱،۷۳۱،۱۸۱	یورو
کل سرمایه‌گذاری مورد نیاز	۱۳۱،۵۰۰،۴۳۱	یورو
ظرفیت تولید	۳۳۰،۰۰۰	تن
هزینه تولید سالانه	۱۷۰،۰۴۰،۸۹۱	یورو
بهای تمام شده هر واحد محصول	۵۱۵	یورو
درآمد سالانه	۲۲۷،۰۴۰،۰۰۰	یورو
قیمت فروش هر واحد محصول	۶۸۸	یورو
IRR (نرخ بازده داخلی سرمایه‌گذاری)	۲۹/۹۵	درصد
NPV در نرخ تنزیل ۲۵٪ (خالص ارزش فعلی کل سرمایه)	۱۷،۸۰۹،۸۰۶	یورو

شرح	مقدار	واحد
MIRR (با نرخ سرمایه‌گذاری مجدد ۹٪) (IRR تعدیل شده)	۲۰/۵۷	درصد
دوره بازگشت سرمایه عادی (با احتساب مدت زمان ساخت)	۶,۰۶	سال
دوره بازگشت سرمایه متحرک (با احتساب مدت زمان ساخت)	۱۰,۰۵	سال
نقطه سر به سر (هزینه‌های ثابت)	۶	درصد
نقطه سر به سر (کل هزینه‌های تولید)	۱۸	درصد
ارزش افزوده ناخالص داخلی	۶۳,۳۸۰,۸۲۲	یورو
ارزش افزوده خالص داخلی	۵۸,۲۸۹,۰۴۷	یورو
نسبت ارزش افزوده ناخالص داخلی به ارزش ستاده‌ها	۲۷/۹	درصد
نسبت ارزش افزوده خالص به ارزش ستاده‌ها	۲۵/۷	درصد
تعداد پرسنل بهره‌برداری	۱۶۰	نفر
سرايه اشتغال ^{۳۵}	۸۲۱,۸۷۸	یورو

۵. بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش فوق هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای احداث کارخانه تولید اسید فسفریک ۷۵ درصد و هزینه‌های بهره‌برداری سالانه بر اساس منابع معتبر خارجی و تطابق آن با شرایط داخل کشور استخراج و ارایه گردید و بر مبنای درآمد پیش‌بینی شده، برنامه نویسی مالی در نرم افزار کامفار انجام و نتایج اقتصادی محاسبه و استخراج گردید. بر اساس محاسبات انجام شده شاخص خالص ارزش فعلی کل سرمایه در نرخ تنزیل ۲۵٪ مثبت و برابر با ۱۷/۸ میلیون یورو بوده است. مثبت بودن این شاخص نشان می‌دهد پروژه از منظر اقتصادی دارای توجیه می‌باشد. شاخص دیگری که از نتایج حاصل گردید شاخص IRR (نرخ بازده داخلی سرمایه‌گذاری) بوده که برابر با ۲۹/۹۵ درصد می‌باشد، این عدد نشان می‌دهد تامین مالی این پروژه تا این نرخ اقتصادی بوده و دقیقاً در این نرخ NPV برابر با صفر شده و بعد از آن شاخص NPV منفی شده و پروژه از حالت اقتصادی خارج خواهد شد.

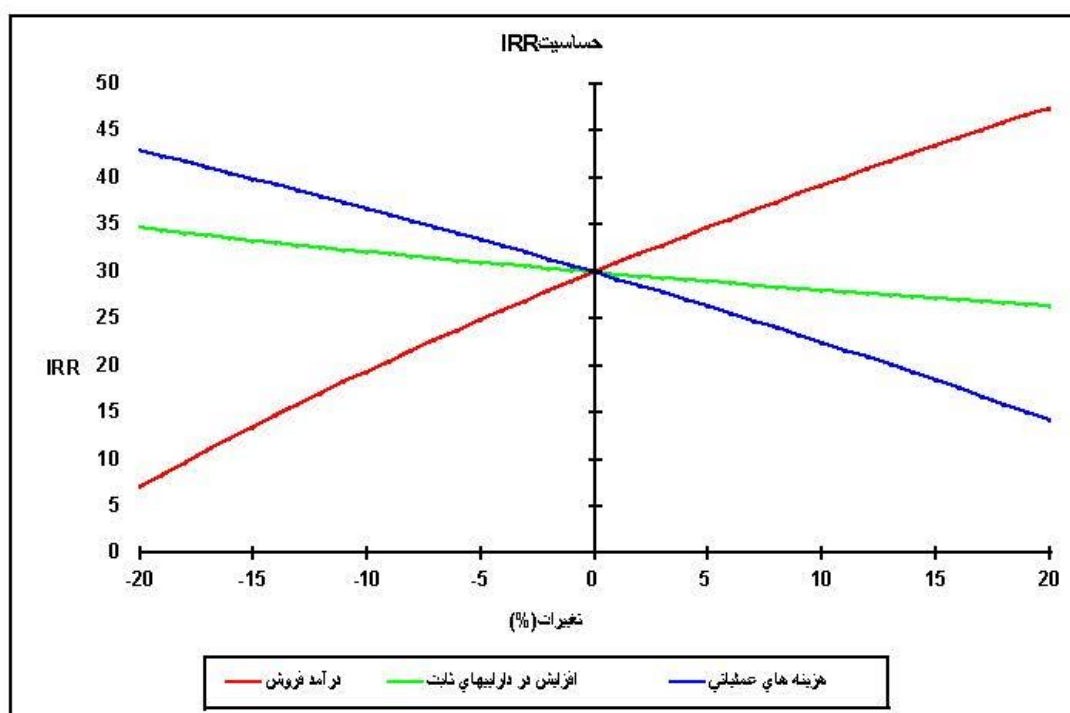
تحلیل حساسیت این دو شاخص بر اساس سه پارامتر زیر مورد بررسی قرار گرفته است:

- تغییرات در درآمد فروش
- تغییرات در هزینه‌های بهره‌برداری
- تغییرات در هزینه‌های سرمایه‌گذاری ثابت

^{۳۵} نسبت کل سرمایه‌گذاری مورد نیاز به تعداد پرسنل در زمان بهره‌برداری



COMFAR III Expert



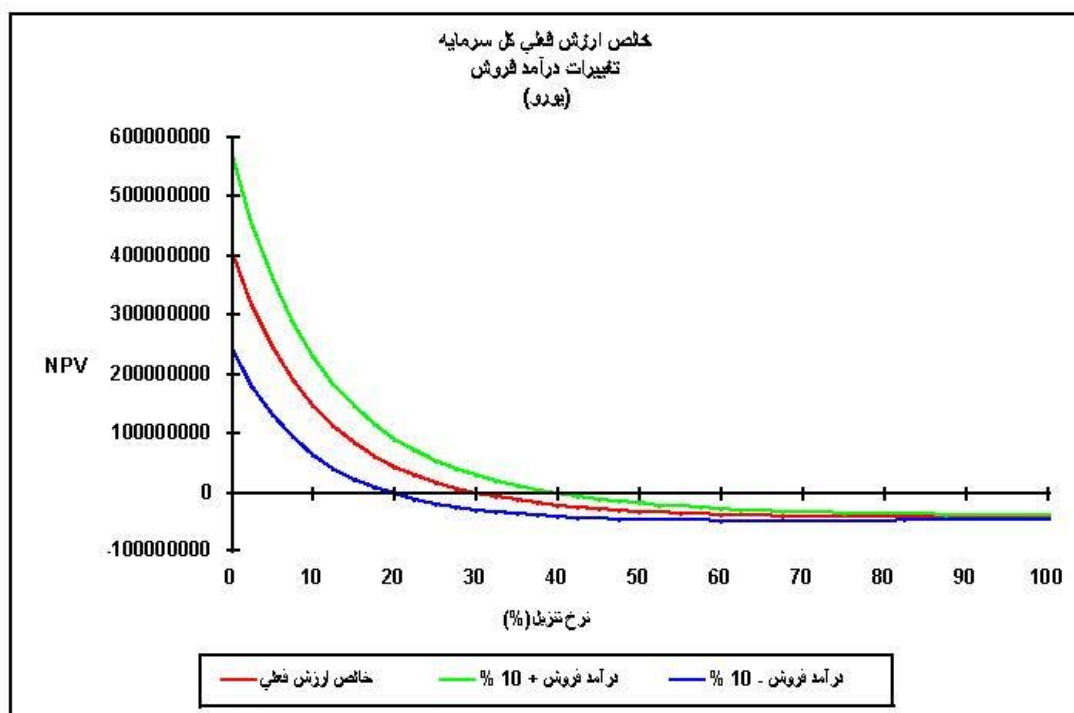
تغییرات (%)	درآمد فروش	افزایش در داراییهای ثابت	هزینه های عملیاتی
% -20.00	% 7.07	% 34.67	% 42.97
% -16.00	% 12.27	% 33.61	% 40.54
% -12.00	% 17.12	% 32.62	% 38.02
% -8.00	% 21.65	% 31.68	% 35.43
% -4.00	% 25.92	% 30.79	% 32.74
% 0.00	% 29.95	% 29.95	% 29.95
% 4.00	% 33.78	% 29.16	% 27.06
% 8.00	% 37.42	% 28.40	% 24.05
% 12.00	% 40.90	% 27.68	% 20.91
% 16.00	% 44.24	% 27.00	% 17.63
% 20.00	% 47.44	% 26.34	% 14.19

نمودار ۱. حساسیت IRR

در نمودار ۱ حساسیت شاخص IRR نسبت به تغییرات $\pm 20\%$ در پارامترهای فوق الذکر نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود بیشترین حساسیت مربوط به تغییرات در درآمد فروش و هزینه های عملیاتی می باشد. در صورت کاهش ۲۰ درصدی درآمد فروش این شاخص به ۷/۰۷ درصد و در صورت افزایش به ۴۷/۴۴ درصد خواهد رسید. در صورت کاهش ۲۰ درصدی هزینه های بهره برداری این شاخص به ۴۲/۹۷ درصد و در صورت افزایش به ۱۴/۱۹ درصد خواهد رسید. در صورت کاهش ۲۰ درصدی هزینه های سرمایه گذاری ثابت این شاخص به ۳۴/۶۷ درصد و در صورت افزایش به ۲۶/۳۴ درصد خواهد رسید.



COMFAR III Expert



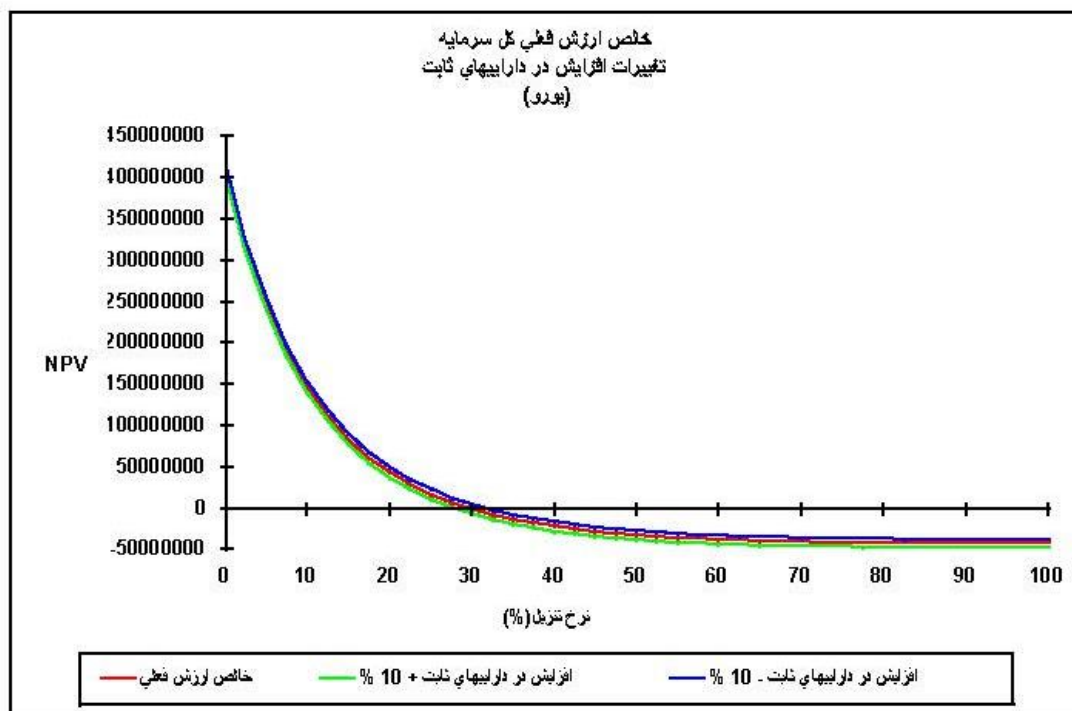
نرخ تنزیل (%)	خلاص ارزش فعلی	درآمد فروش + 10%	درآمد فروش - 10%
0.00%	412,737,405.27	577,909,005.27	247,565,805.27
10.00%	147,170,448.88	229,919,552.97	64,421,344.79
20.00%	44,390,285.81	91,174,254.33	-2,393,682.72
30.00%	-136,784.41	28,866,451.28	-29,140,020.10
40.00%	-21,103,902.05	-1,819,749.24	-40,388,054.85
50.00%	-31,539,595.69	-18,011,499.31	-45,067,692.08
60.00%	-36,874,053.42	-26,980,213.91	-46,767,892.93
70.00%	-39,577,167.35	-32,098,775.52	-47,055,559.18
80.00%	-40,856,945.18	-35,052,059.26	-46,661,831.11
90.00%	-41,340,586.11	-36,735,314.66	-45,945,857.57
100.00%	-41,369,954.08	-37,649,236.31	-45,090,671.85

نمودار ۲. حساسیت NPV نسبت به تغییرات درآمد فروش

در نمودار ۲ حساسیت شاخص NPV نسبت به تغییرات $\pm 10\%$ درآمد فروش در نرخ تنزیل‌های مختلف نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در صورت افزایش ۱۰ درصدی درآمد فروش این شاخص تا نرخ تنزیل ۴۰ درصد مثبت بوده و بعد از آن منفی شده و از حالت اقتصادی خارج خواهد شد. با کاهش ۱۰ درصدی درآمد فروش نیز این شاخص در نرخ تنزیل ۲۰ درصد منفی می‌شود. در محاسبات اقتصادی انجام شده نرخ تنزیل ۲۵٪ در نظر گرفته شده است و این بدان معناست که سرمایه‌گذار در صورت عدم ورود به این طرح از سرمایه خود ۲۵ درصد سود خواهد ساخت. این تحلیل حساسیت نشان می‌دهد در صورت کاهش ۱۰ درصدی درآمد فروش، ریسک عدم تحقق سود انتظاری برای سرمایه‌گذار وجود داشته باشد.



COMFAR III Expert



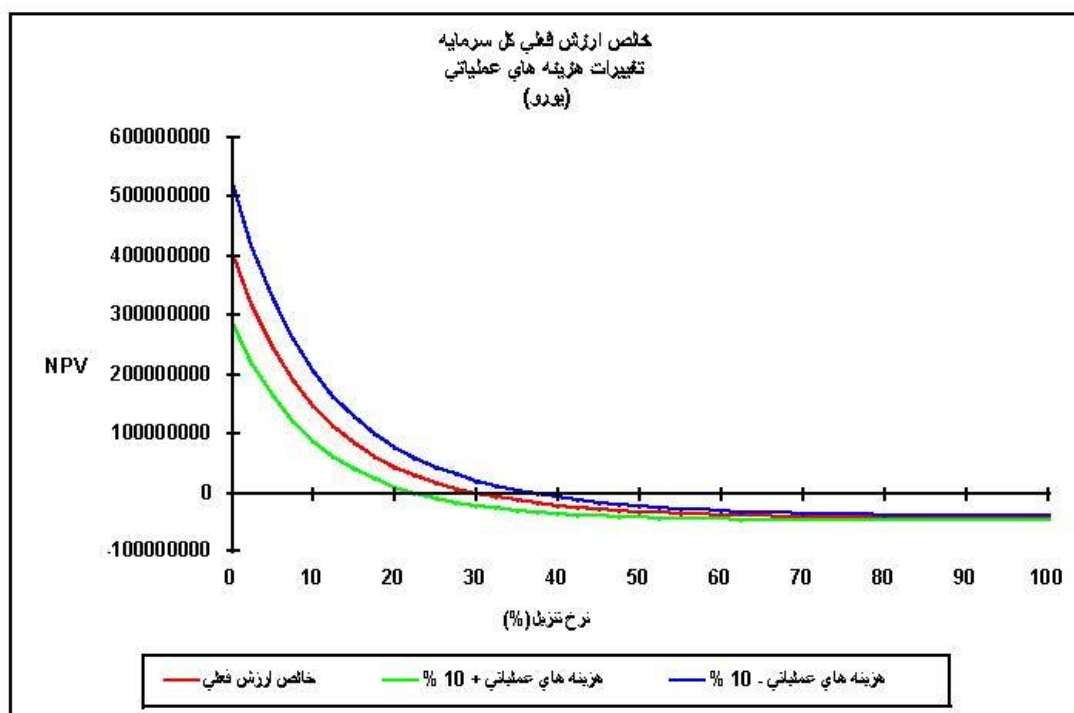
نرخ تنزیل (%)	خلاص ارزش فعلی	افزایش در داراییهای ثابت + 10%	افزایش در داراییهای ثابت - 10%
% 0.00	412,737,405.27	406,030,499.02	419,444,311.52
% 10.00	147,170,448.88	140,540,004.74	153,800,893.02
% 20.00	44,390,285.81	38,038,909.36	50,741,662.25
% 30.00	-136,784.41	-6,178,060.52	5,904,491.70
% 40.00	-21,103,902.05	-26,853,121.82	-15,354,682.27
% 50.00	-31,539,595.69	-37,026,992.08	-26,052,199.31
% 60.00	-36,874,053.42	-42,130,444.16	-31,617,662.69
% 70.00	-39,577,167.35	-44,630,474.31	-34,523,860.39
% 80.00	-40,856,945.18	-45,731,446.09	-35,982,444.28
% 90.00	-41,340,586.11	-46,057,076.13	-36,624,096.10
% 100.00	-41,369,954.08	-45,946,172.87	-36,793,735.30

نمودار ۳. حساسیت NPV نسبت به تغییرات سرمایه گذاری ثابت

در نمودار ۳ حساسیت شاخص NPV نسبت به تغییرات $\pm 10\%$ سرمایه گذاری ثابت در نرخ تنزیل های مختلف نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود در صورت افزایش ۱۰ درصدی درآمد فروش این شاخص در نرخ تنزیل ۳۰ درصد منفی شده و از حالت اقتصادی خارج شود. با کاهش ۱۰ درصدی درآمد فروش نیز این شاخص در نرخ تنزیل ۴۰ درصد منفی می شود. این تحلیل حساسیت نشان می دهد تلاش برای کاهش و مدیریت هزینه های سرمایه گذاری مورد نیاز طرح سبب اقتصادی تر شدن طرح می شود.



COMFAR III Expert



نرخ تنزیل (%)	خلاص ارزش فعلی	هزینه های عملیاتی + 10 %	هزینه های عملیاتی - 10 %
0.00 %	412,737,405.27	293,475,460.05	531,999,350.49
10.00 %	147,170,448.88	87,401,692.17	206,939,205.59
20.00 %	44,390,285.81	10,586,988.12	78,193,583.49
30.00 %	-136,784.41	-21,099,889.14	20,826,320.32
40.00 %	-21,103,902.05	-35,046,597.03	-7,161,207.06
50.00 %	-31,539,595.69	-41,323,386.78	-21,755,804.61
60.00 %	-36,874,053.42	-44,031,310.91	-29,716,795.94
70.00 %	-39,577,167.35	-44,988,311.05	-34,166,023.65
80.00 %	-40,856,945.18	-45,058,041.39	-36,655,848.98
90.00 %	-41,340,586.11	-44,674,102.59	-38,007,069.64
100.00 %	-41,369,954.08	-44,063,622.53	-38,676,285.63

نمودار ۴. حساسیت NPV نسبت به تغییرات هزینه های بهره برداری

در نمودار ۴ حساسیت شاخص NPV نسبت به تغییرات $\pm 10\%$ هزینه های بهره برداری در نرخ تنزیل های مختلف نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود در صورت افزایش ۱۰ درصدی درآمد فروش این شاخص در نرخ تنزیل ۳۰ منفی شده و از حالت اقتصادی خارج خواهد شد. با کاهش ۱۰ درصدی درآمد فروش نیز این شاخص در نرخ تنزیل ۴۰ درصد منفی می شود. این تحلیل حساسیت نشان می دهد تلاش برای کاهش و مدیریت هزینه های بهره برداری از طرح سبب اقتصادی تر شدن آن می شود.

۶. منابع و مآخذ

۱. وب سایت مرکز مالی ایران <https://B2n.ir/r95039>
۲. راهنمای تهیه گزارش توجیهی طرح جلد اول: مروری بر روش های تدوین گزارش توجیه طرح های عمرانی (تجربه جهانی)، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، نشریه شماره ۳۱۲۱، سال ۱۳۹۲.
۳. راهنمای تهیه گزارش توجیهی طرح جلد دوم: توجیه فنی، مالی، اقتصادی و اجتماعی، (معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری)، نشریه شماره ۳۱۲۲، سال ۱۳۹۲.

۴. نامدار زنگنه، سودابه. وطنخواه، سحر. عادللی کوهی، فاطمه. (۱۳۹۲). انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه با استفاده از روش دلفی، روش رتبه بندی دینامیک و برنامه‌ریزی آرمانی. فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سنندج. سال هشتم. شماره ۲۵. پاییز ۱۳۹۲
۵. مهربانی، فاطمه. (۱۴۰۰). بررسی و نقد کتاب ارزیابی اقتصادی طرح‌ها (موضوعات پیشرفته). پژوهشنامه انتقادی متون و برنامه‌های علوم انسانی، ۲۱(۴)، ۳۱۳-۳۲۶. SID: <https://sid.ir/paper/409106/fa>
۶. مزینی، امیرحسین. (۱۴۰۱). بررسی و نقد کتاب ارزیابی اقتصادی طرح‌ها. پژوهشنامه انتقادی متون و برنامه‌های علوم انسانی، ۲۲(۲)، ۳۷۷-۳۹۸. SID: <https://sid.ir/paper/1055199/fa>
۷. حسین‌بر، شهریار. شیهکی تاش، مهیم. کیانی قلعه سرد، سروش. (۱۳۹۸). بررسی سطح اعتماد سرمایه‌گذاران سیستان و بلوچستان به طرح‌های توجیهی مالی اقتصاد. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده مدیریت و اقتصاد
۸. حسینی، سید رسول. حاجیان نژاد، امین. گنجی، حمیدرضا. (۱۴۰۲). تحلیل حساسیت شاخص ورشکستگی نسبت به شاخص‌های مالی در مراحل مختلف چرخه عمر شرکت. مدیریت دارایی و تامین مالی، ۱۱(۱)، ۷۷-۱۰۰. DOI: 10.22108/amf.2023.134999.1756
۹. صادقی لاغره، شهرام. محمدیان، اسماعیل. (۱۳۹۷). بررسی تاثیر عدم انجام مطالعات امکان‌سنجی در زمان و هزینه پروژه‌های ساخت با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره تاپسیس. پایان نامه کارشناسی ارشد. موسسه آموزش عالی علاءالدوله سمنانی، گروه مهندسی عمران.
۱۰. صادقی‌راد، م و پارسای‌آریانی، ح. (۱۳۹۹). بررسی واحدهای مختلف تولید اسید فسفریک. ششمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی شیمی و نفت. بازیابی از <https://civilica.com/doc/1033404/>
۱۱. مبینی، س. و خرقانی، م. (۱۴۰۱). شبیه‌سازی فرآیند تولید اسید فسفریک به روش دی‌هیدرات. فصلنامه علوم فنون سازندگی، ۳(۱)، بازیابی از <https://civilica.com/doc/1503734/>
۱۲. قیتمس، ن. (۱۳۹۳). تولید و بهینه‌سازی اسید فسفریک خوراکی از کنسانتره فسفات معدن اسفوردی یزد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین.
۱۳. عادللی‌نسب، م. رنجبر، م. موسویان، س. م. ا. و همکاران. (۱۳۹۶). شبیه‌سازی فرآیند تولید اسید فسفریک از خوراک باطله فسفات. چهارمین کنفرانس ملی پژوهش‌های نوین در شیمی و مهندسی شیمی. بازیابی از <https://tpbin.com/article/63131>
۱۴. شانظری شاهرزائی، م. م. و آتشی، ح. (۱۳۸۴). بررسی سینتیک واکنش تولید اسید فسفریک. دهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران. بازیابی از <https://civilica.com/doc/23356/>
۱۵. نویسندگان نامشخص. (۱۳۸۴). بهینه‌سازی واحد اسید فسفریک پتروشیمی رازی با رویکرد مهندسی ارزش. دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش. بازیابی از <https://civilica.com/doc/3164/>
16. Smith, J., & Johnson, M. (2023). The Impact of Aggressive vs. Defensive Strategies on Financial Statement Readability. Journal of Accounting Research, 61(3), 456-478

Economic pre-feasibility study of constructing a 75% phosphoric acid production plant from phosphate soil in Iran

Meisam Shahverdi^{*1}
 Mohsen Fattahzadeh²
 Abdollah Alizadeh³

Abstract

More than 80% of global consumption of phosphoric acid is concentrated in the production of phosphate fertilizers, and the rest is used in the metal processing, chemical and food additive industries. The main raw material for the production of this acid is phosphate rock, the quality of which is usually measured based on the percentage of BPL (Bone Phosphate of Lime) or percentage of P_2O_5 . Phosphate rock with a grade higher than 65% BPL is more suitable for industrial production of phosphoric acid by the wet method. Globally, countries such as Morocco, China, the United States and Russia are known as the largest producers and exporters of phosphate rock. In recent years, due to population growth and increasing demand for agricultural products, the global market for phosphate fertilizers and, consequently, phosphoric acid, has had an upward trend. This growth in demand, coupled with the limited availability of high-quality phosphate resources, has led countries to pay increased attention to the development of the phosphate value chain. Iran is among the middle-income countries in terms of phosphate reserves and has important mines such as the Esfordi Mine, the Cheram Mine, and the Bafgh Mine. However, a large portion of the extracted phosphate rock is sold raw or with minimal processing. This causes significant added value in the downstream phosphate chain to be removed from the country's economy. Preliminary studies show that establishing an industrial-scale phosphoric acid production unit can reduce dependence on imports, increase mineral added value, and create regional employment, while providing the basis for the development of complementary industries in the field of phosphate fertilizers and related chemicals. Despite the aforementioned advantages, studies show that in Iran, coherent and comprehensive research on the economic pre-feasibility of establishing a phosphoric acid unit from phosphate rock has been limited and has often been limited to initial technical assessments or market analyses on a limited scale. The findings of this study show that the project, while having positive economic indicators, requires an investment of 131.5 million euros, with an IRR of 29.95 percent and an NPV of 17.8 million Euros.

Keyword

Pre-feasibility study, phosphoric acid, net present value, internal rate of return, sensitivity analysis, break-even point

1. Master, Business Administration, Department of Management, Savadkouh Branch, Islamic Azad University, Savadkouh, Iran. (*Corresponding Author: meisam.shahverdi@gmail.com).
2. Assistant Professor, Department of Management, Savadkouh Branch, Islamic Azad University, Savadkouh, Iran (mohsenzadehf47@gmail.com).
3. Assistant Professor, Department of Chemistry, Savadkouh Branch, Islamic Azad University, Savadkouh, Iran (alizadeh3502@gmail.com).