

## ارایه مدلی کامپیوتری جهت انجام مطالعات پیش امکان‌سنجی احداث کارخانه آلومینای خلیج فارس و تحلیل سناریوهای مختلف

امیر طیبی<sup>۱</sup>؛ محمد حسین بصیری<sup>۲</sup>؛ احمد رضا صیادی<sup>۳</sup>

۱- دانشگاه تربیت مدرس، [amirtayyebi@gmail.com](mailto:amirtayyebi@gmail.com)

۲- دانشگاه تربیت مدرس، [mh\\_basiri@modares.ac.ir](mailto:mh_basiri@modares.ac.ir)

۳- دانشگاه تربیت مدرس، [sayadi@modares.ac.ir](mailto:sayadi@modares.ac.ir)

### چکیده

طرح احداث کارخانه آلومینای خلیج فارس با استفاده از ذخایر بوکسیت منطقه دابولای کشور گینه از برنامه‌های استراتژیک کشور می‌باشد. در این طرح، ابتدا بوکسیت توسط خط لوله (به طول ۴۰۰ کیلومتر) به صورت دوغاب از منطقه دابولا به بندر کوناکری منتقل و پس از آگیری، از آنجا توسط کشتی به ایران حمل خواهد شد. انجام مطالعات پیش‌امکان‌سنجی چنین پروژه‌هایی که با گستره وسیعی از متغیرها و پارامترها روبه‌رو هستند و حجم سرمایه‌گذاری در آن‌ها بالا است، بسیار زمان‌بر و پیچیده می‌باشد. طولانی شدن دوره مطالعات پیش‌امکان‌سنجی با نوسانات اقتصادی، افزایش هزینه‌های مالی و تغییر پارامترها همراه است. همچنین بالا بودن میزان ریسک، نیاز به انواع بررسی‌های اقتصادی، مالی و تحلیل حساسیت شاخص‌های اقتصادی نسبت به متغیرهای پروژه را ضروری می‌سازد. هدف از طراحی این مدل انجام انواع بررسی‌های مالی و اقتصادی در شرایط مختلف و تحلیل شاخص‌های اقتصادی می‌باشد، به طوری که به راحتی می‌توان متغیرهایی را که در پروژه نقش مهمی ایفا می‌کنند را شناسایی و با تغییر مقدار آن‌ها، اثرشان را بر روی پروژه بررسی کرد. نتایج حاصل از مدل نشان می‌دهد که قیمت تمام شده بوکسیت مهمترین عامل در غیراقتصادی شدن این پروژه می‌باشد.

کلمات کلیدی: مدل‌های کامپیوتری، برآورد هزینه‌ها، تحلیل مالی و اقتصادی، تحلیل حساسیت

## Designing a Computer Model for Prefeasibility Study of Thepersian Gulf Alumina Plant and Various Scenario Analyses

A. Tayyebi 1, M.H. Basiri 2 A.R. Sayadi 3

### Abstract

Alumina production for the aluminium industries is one of the strategic plans of Iran. In the plan, bauxite exploits of from Dabola area and transport to Conakry port via pipeline (400Km). The prefeasibility studies of the large scale projects with enormous of variables and parameters, as well much amount of investment, are complication and time-consuming. Because of the high risk this kind of projects, considering the financial assessments and economical indexes analyses are needed. Computer models that are designed based on special conditions in any project can to be caused convenience in the performance of the analyses and reducing an account time.

**Keywords:** Computer models, Costs estimate, Financial and economic evaluation, Sensitivity analysis

## ۱- مقدمه

آلومینا به عنوان یک صنعت مادر و اولیه برای سایر صنایع بوده و تولید کافی و مداوم آن، کلید توسعه صنعت آلومینیوم است. ذخایر بوکسیت ایران نیاز بازار داخل را تامین نمی کنند و بدین منظور ایران تصمیم به واردات بوکسیت با کیفیت و مناسب از گینه گرفته است. ایران در سال ۱۹۹۲ یک قرارداد مشترک با کشور گینه برای توسعه ذخایر بوکسیت دابولا (در فاصله ۴۰۰ کیلومتری از بندر کوناکری) امضاء نمود که سهم گینه ۴۹ درصد و سهم ایران ۵۱ درصد می باشد [۱]. ذخایر بوکسیت گینه ۸/۶ میلیارد تن می باشد (یک چهارم ذخایر بوکسیت جهان) و از این نظر در رتبه نخست جهان قرار دارد. در پروژه هایی که با تعدد متغیرها و حجم بالای سرمایه گذاری روبه رو هستند و نرم افزارهای معمول نمی توانند همه نیازهای پروژه را برای آنالیز سناریوهای مختلف تامین کنند، طراحی مدلی جهت انجام مطالعات پیش امکان سنجی که قادر باشد تمامی شرایط خاص پروژه و متغیرهای مرتبط را مورد بررسی قرار دهد، ضروری می باشد.

## ۲- پیشینه نرم افزارهای مرتبط

از جمله نرم افزارهایی که برای انجام بررسی های فنی و اقتصادی پروژه های معدنی مورد استفاده قرار می گیرند، می توان به نرم افزارهای Xeras، Apex و COMFAR III اشاره کرد که به قابلیت ها و نقاط ضعف هر یک اشاره خواهد شد.

### ۲-۱- نرم افزار Apex

این نرم افزار ساخت کشور آمریکا است و توانایی محاسبه ارزش خالص فعلی (NPV)، نرخ بازگشت سرمایه (IRR)، دوره بازگشت سرمایه و تحلیل حساسیت را دارد. همچنین، به کاربر این امکان را می دهد که با تغییر برخی از پارامترها نظیر عیار و تناژ، تاثیر آن ها را بر روی پروژه بررسی کند. این نرم افزار شاخص های اقتصادی NPV و IRR را نسبت به برخی از متغیرهایی که در طرح احداث کارخانه آلومینای خلیج فارس، تاثیر گزار هستند (نظیر ریز اقلام هزینه های عملیاتی) را تحلیل حساسیت نمی کند. همچنین، توانایی محاسبه نرخ تنزیل وزنی را ندارد و با توجه به اینکه این نرم افزار ساخت کشور آمریکا می باشد، مشکل عدم دسترسی به آن وجود دارد [۲].

### ۲-۲- نرم افزار Xeras

این نرم افزار ساخت کشور استرالیا است و برای برنامه ریزی های بلندمدت و تصمیم گیری های استراتژیک مورد استفاده قرار می گیرد. این نرم افزار فقط توانایی محاسبه NPV و IRR را دارد و نمی تواند پروژه را در حالات مختلف (با اخذ وام و بدون اخذ وام) همانند نرم افزار Apex بررسی کند. همچنین، توانایی محاسبه نرخ تنزیل وزنی و تحلیل حساسیت شاخص های اقتصادی را ندارد [۴].

### ۲-۳- نرم افزار COMFAR III

این نرم افزار توسط بخش توسعه صنعت سازمان ملل (UNIDO) در اتریش طراحی شده است که قابلیت های بالایی در بررسی های مالی، اقتصادی و رسم انواع نمودار دارد. این نرم افزار فقط شاخص اقتصادی IRR را نسبت به درآمد، هزینه های عملیاتی و هزینه های سرمایه گذاری ثابت تحلیل حساسیت می کند و توانایی تحلیل حساسیت IRR را نسبت به ریز اقلام هزینه ها ندارد و این امکان را به کاربر نمی دهد که با تغییر برخی از پارامترهای موثر نظیر عیار مواد اولیه و محصول، راندمان ها و غیره تغییرات آن ها را روی پروژه بررسی کند، همچنین نرخ تنزیل وزنی را نمی تواند محاسبه کند [۳].

## ۳- روش تحقیق

شکل ۱، مراحل تحقیق را نشان می دهد. اولین گام، مطالعه نرم افزارهای مرتبط و شناسایی نقاط ضعف و قوت آن ها است. مدل طراحی شده تلفیقی از مزایای نرم افزارهای مرتبط و اضافه شدن بخش هایی می باشد که در آن ها لحاظ نشده است. بعد از این مرحله، شناسایی پارامترهای موثر در پروژه نظیر ذخیره زمین شناسی، ذخیره اقتصادی، عیار بوکسیت و عیار محصول، راندمان ها و غیره آغاز می شود و در گام سوم، بعد از شناسایی هزینه ها، طبقه بندی و تشخیص رابطه بین هزینه ها انجام می گیرد. در نهایت بعد از این مراحل، طراحی مدل آغاز می شود که اطلاعات ورودی، قسمت مرکزی مدل را تشکیل می دهد و در صورتی که طراحی این قسمت بدون هیچ مشکلی به پایان برسد، مدل از این اطلاعات برای تحلیل ها استفاده می کند. عدم تایید در این

قسمت ناشی از نقص در اطلاعات و یا نقص در ساختار مدل می‌باشد. نقص در اطلاعات زمانی به وجود می‌آید که اطلاعات جمع‌آوری شده نیاز به تغییراتی دارند و یا این که برخی از پارامترها، لحاظ نشده‌اند که احتیاج به از سرگیری مطالعات است. نقص در ساختار نیز زمانی به وجود می‌آید که کدنویسی‌ها و گردش اطلاعات به درستی انجام نمی‌گیرند و یا آن توانایی‌ها و قابلیت‌هایی که از مدل انتظار می‌رود، انجام نمی‌شود و برای برطرف کردن آن نیاز به بازنگری مجدد در مدل است. مدل توسط نرم افزار صفحه گسترده اکسل و با استفاده از دستورات ماکرو نوشته شده است. از ویژگی‌های مدل علاوه بر قابلیت‌های بالای آن در تحلیل سناریوهای مختلف، سادگی و راحتی کار با آن می‌باشد و در عین حال این امکان را به کاربر می‌دهد که مدل را بر حسب نیازها و شرایط خاص خود، تغییر دهد.

#### ۴- ساختار کلی مدل

شکل ۲، ساختار کلی مدل را نشان می‌دهد که از سه بخش اصلی: ۱- اطلاعات ورودی ۲- تحلیل مالی و اقتصادی ۳- تحلیل حساسیت و نمودارها تشکیل شده است.

#### ۴-۱- اطلاعات ورودی

کلیه اطلاعات مورد نیاز برای انجام بررسی‌های مالی، اقتصادی و تحلیل حساسیت پروژه، در ۱۱ قسمت آورده شده است که کاربر با کلیک نمودن بر روی هر گزینه، می‌تواند اطلاعات مربوط به هر قسمت را وارد کند. بعضی قسمت‌ها (نظیر هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی، سرمایه در گردش) دارای زیر مجموعه هستند (شکل ۳).

#### ۴-۲- تحلیل مالی و اقتصادی

مدل این قابلیت را دارد تا پروژه را به‌طور خودکار در سه حالت ۱- جریان نقدینگی ۲- جریان نقدینگی تنزیل شده با اخذ وام ۳- جریان نقدینگی تنزیل شده بدون اخذ وام، برای سال‌های مختلف مورد تحلیل قرار دهد. همچنین شاخص‌های اقتصادی NPV و IRR را در حالات ۲ و ۳ به‌طور خودکار محاسبه می‌کند (شکل ۴).

#### ۴-۳- تحلیل حساسیت و نمودارها

نمودارها درک بهتری از تجزیه و تحلیل شرایط مختلف پروژه، به کاربر می‌دهند. شکل ۵، نمودارهایی که مدل به‌طور خودکار رسم می‌کند را نشان می‌دهد. مدل این قابلیت را دارد که شاخص‌های اقتصادی NPV و IRR را نسبت به متغیرهای پروژه تحلیل حساسیت کند.

#### ۵- برآورد هزینه‌ها

#### ۵-۱- هزینه‌های سرمایه‌گذاری ثابت

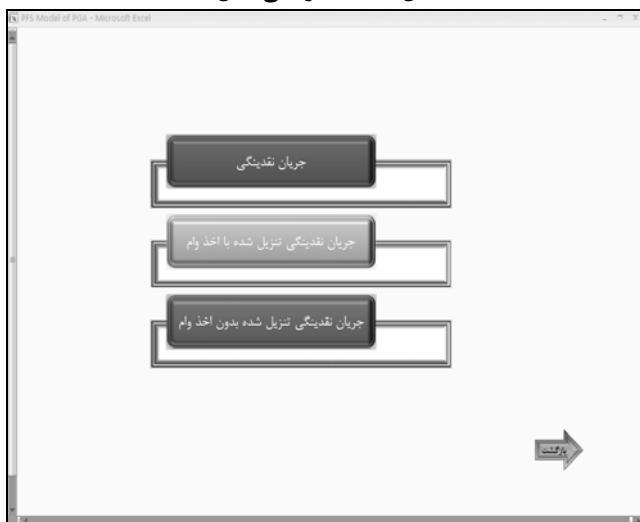
هزینه‌های سرمایه‌گذاری به ۹ قسمت تفکیک شده‌اند (شکل ۶). یک گزینه تحت عنوان "سایر" آورده شده است که اگر احیاناً هزینه‌ای غیر از موارد در نظر گرفته شده در مدل، وجود داشت، کاربر این امکان را داشته باشد که آن را در این قسمت وارد کند.

#### ۵-۲- هزینه‌های عملیاتی

در این مدل هزینه‌های تولید به ۹ دسته تفکیک شده‌اند و مشکلی که کارشناسان از نظر تفکیک این هزینه‌ها مواجه می‌شوند را برطرف کرده است (شکل ۷).



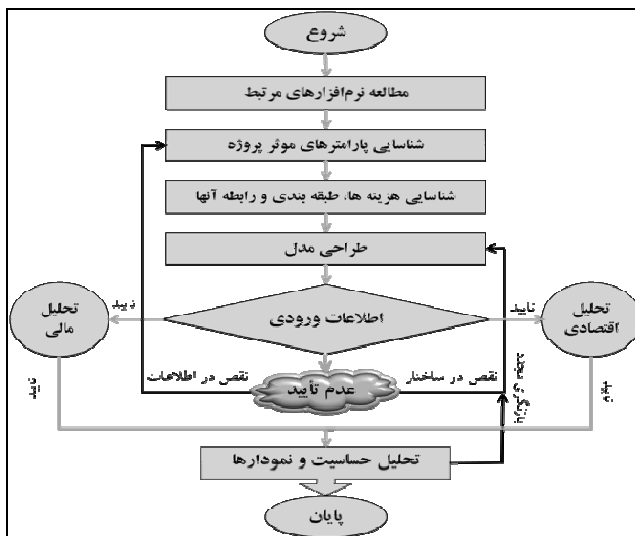
شکل ۲- ساختار کلی مدل



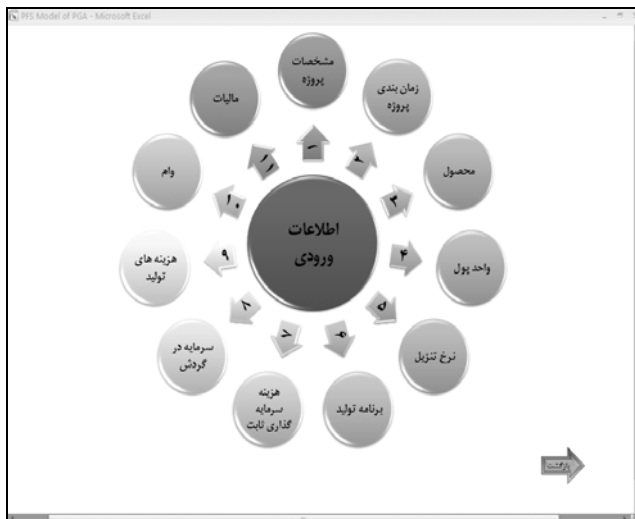
شکل ۴- تحلیل‌های مالی و اقتصادی انجام شده توسط مدل



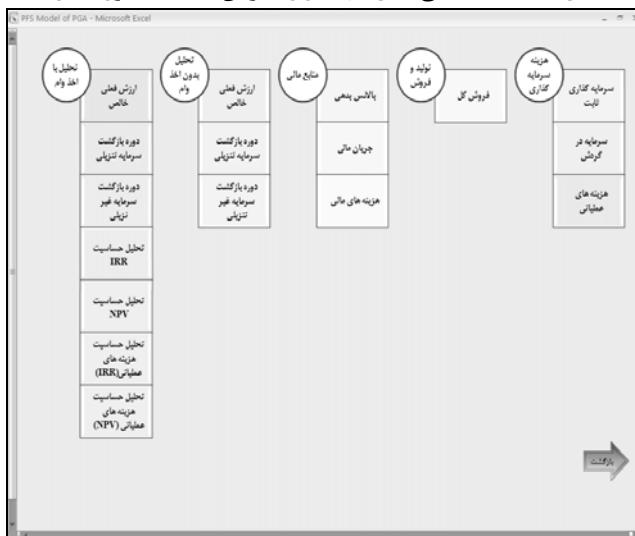
شکل ۶- زیر ساخت مربوط به هزینه‌های سرمایه‌گذاری ثابت



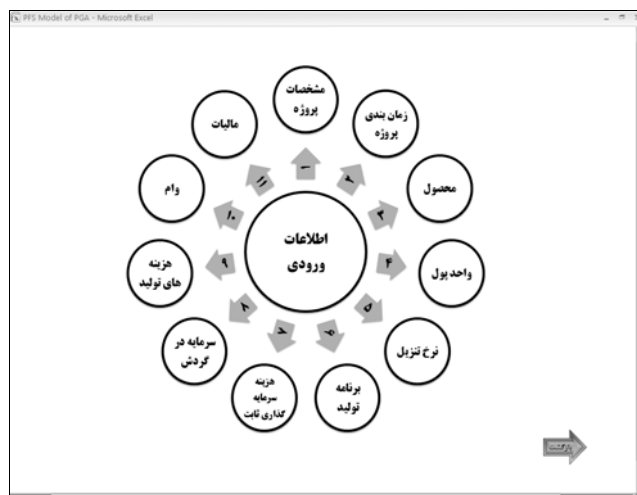
شکل ۱- فلوچارت مربوط به مراحل تحقیق



شکل ۳- صفحه اصلی مدل جهت وارد کردن اطلاعات مورد نیاز



شکل ۵- نمودارهایی که توسط مدل نمایش داده می‌شوند



شکل ۷- زیر ساختار مربوط به هزینه های تولید

### ۵-۳- سرمایه در گردش

یکی دیگر از قابلیت های این مدل، ارقام سرمایه در گردش و نحوه محاسبه آن ها می باشد. بسیاری از کارشناسان فنی و اقتصادی، اطلاع دقیقی از ارقام سرمایه در گردش و نحوه محاسبه آن ها که بیشتر به حسابداری برمی گردد، ندارند. مدل به نحوی طراحی گردیده که تمام ارقام مورد نیاز را به طور خودکار در نظر گرفته و سپس آن ها را در طول عمر پروژه محاسبه می کند. در این بخش کاربر باید تعداد روز پوشش را برای هر گزینه وارد کند تا مدل ضریب گردش و میزان سرمایه در گردش برای هر سال را محاسبه کند.

### ۶- تحلیل مالی و اقتصادی پروژه

#### ۶-۱- تامین مالی

از کل سرمایه گذاری ثابت، ۲۵ درصد توسط صاحبان سهام و ۷۵ درصد از طریق وام بلندمدت و به صورت ارزی، تامین خواهد شد. بازپرداخت اقساط وام، ۶ ماهه و مدت باز پرداخت هشت سال و نیم با نرخ ۵/۵ درصد می باشد. مدل قابلیت محاسبه بازپرداخت وام به صورت ماهیانه، شش ماهه و سالیانه را دارد. نرخ مالیات ۲۵ درصد و معافیت مالیاتی طرح، ۱۵ سال می باشد [۱].

#### ۶-۲- محاسبه نرخ تنزیل وزنی

با توجه به این که بخشی از هزینه ها (مانند سرمایه ثابت) بر حسب دلار و بخشی (مانند دستمزد کارگران) بر حسب ریال می باشند، لذا برای افزایش دقت در انجام محاسبات، لازم است که ابتدا نرخ تنزیل وزنی را محاسبه و بر اساس آن پروژه را تنزیل کنیم. برای این منظور از دو نرخ تنزیل داخلی (۱۶ درصد) و خارجی (۵/۵ درصد) استفاده گردید. بدین معنی که اقلامی که بر حسب ریال هستند را با نرخ ۱۶ درصد و مواردی که بر حسب دلار هستند را با نرخ ۵/۵ درصد تنزیل می کنیم. نرخ تنزیل وزنی به دست آمده برای این پروژه ۸/۱۵٪ می باشد. لازم به ذکر است که مدل پس از دریافت نرخ تنزیل داخلی و خارجی، نرخ تنزیل وزنی را به طور خودکار محاسبه می کند. هر چند که NPV در حالت بدون اخذ وام بیشتر از حالت اخذ وام است ولی همچنان مقدارش منفی است (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تحلیل پروژه در حالات مختلف (بر حسب دلار)

	تحلیل پروژه با اخذ وام	تحلیل پروژه بدون اخذ وام
NPV	-۳۷۰,۷۴۶,۹۱۰	-۲۵۵,۹۹۰,۹۰۰
IRR	۲/۹۷	۴/۲۲

### ۷- تحلیل حساسیت شاخص های اقتصادی

با توجه به این که نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از غیر اقتصادی بودن پروژه می باشد، در این مرحله تاثیر متغیرها و این که کدامیک باعث غیر اقتصادی شدن پروژه می شود و بیشترین تاثیر را در پروژه دارد مورد بررسی قرار می گیرد تا با کنترل آن،

بتوان وضعیت پروژه را تغییر داد. مدل این قابلیت را دارد تا نمودار اقلام تشکیل دهنده هزینه‌های سرمایه‌گذاری ثابت و هزینه‌های عملیاتی را به تفکیک در سال‌های مختلف نمایش دهد که هزینه مواد اولیه، انرژی و هزینه لوازم یدکی به ترتیب بیشترین سهم را به خود اختصاص می‌دهند. با استفاده از نمودارهای تحلیل حساسیت که مدل به‌طور خودکار آن‌ها را نمایش می‌دهد، می‌توان فهمید که شاخص‌های اقتصادی NPV و IRR، به ترتیب بیشترین حساسیت را نسبت به درآمد حاصل از فروش، هزینه‌های عملیاتی و هزینه‌های سرمایه‌گذاری ثابت دارند (شکل‌های ۸ و ۹). هزینه‌های عملیاتی نیز بعد از درآمد بیشترین تاثیر را روی پروژه می‌گذارند. اما هزینه‌های عملیاتی خود به متغیرهای زیادی تقسیم می‌شود و تشخیص این‌که کدام متغیر بیشترین تاثیر را دارد مشکل است. مطابق شکل‌های ۱۰ و ۱۱، NPV و IRR بیشترین حساسیت را نسبت به هزینه مواد اولیه دارد و ملاحظه می‌شود که سایر اقلام هزینه عملیاتی، تاثیر چندانی در پروژه ندارند.

#### ۸- ویژگی‌های مدل

ویژگی‌ها و قابلیت‌های مدل به شرح زیر می‌باشند:

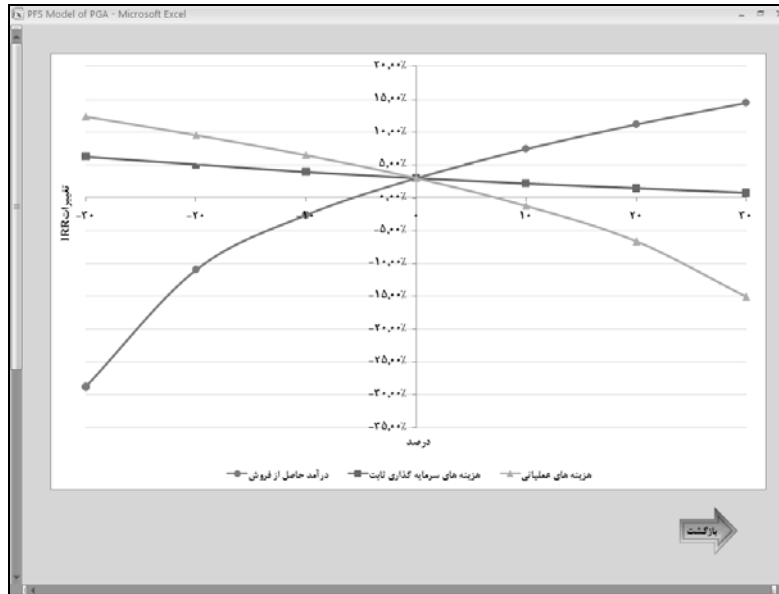
- ۱- طراحی قسمت مرکزی مدل (اطلاعات ورودی) از یک روند بسیار معقول و مناسب برخوردار است.
- ۲- طبقه‌بندی اقلام هزینه به‌ویژه سرمایه در گردش کامل‌تر و دقیق‌تر صورت گرفته است.
- ۳- مدل وابسته به ذخیره زمین شناسی است، به‌طوری‌که با تغییر آن، عمر پروژه را مجدداً محاسبه و تاثیر آن را در تعداد سال‌های تولید، هزینه‌های تولید، سرمایه در گردش و استهلاک به‌طور خودکار محاسبه می‌کند.
- ۴- مدل قادر است محاسبات و بررسی‌ها را تا ۴۵ سال انجام دهد و این در حالی است که در مطالعات پیش‌امکان‌سنجی، معمولاً عمر پروژه‌ها را ۳۰ سال در نظر می‌گیرند.
- ۵- مدل این قابلیت را دارد که با استفاده از ظرفیت تولید، عیار و رطوبت، تناژ خوراک ورودی به کارخانه را محاسبه کند و به کاربر این امکان را می‌دهد تا با تغییر هر یک از این متغیرها، تاثیر آن‌ها را روی پروژه بررسی کند.
- ۶- مدل قادر است دو نرخ تنزیل داخلی و خارجی را دریافت کند و بعد از آن نرخ تنزیل وزنی را محاسبه و پروژه را با این نرخ، تنزیل کند.
- ۷- مدل می‌تواند به‌طور خودکار میزان مصرف مواد اولیه، انرژی و غیره را برای هر سال با توجه به میزان تولید محاسبه کند.
- ۸- استهلاک را به دو روش خط مستقیم و نزولی محاسبه می‌کند.
- ۹- در صورت نیاز به سرمایه‌گذاری مجدد، آن را محاسبه می‌کند.
- ۱۰- قابلیت تحلیل مالی و اقتصادی پروژه در حالات مختلف را دارد.
- ۱۱- قابلیت تحلیل حساسیت شاخص‌های اقتصادی NPV و IRR نسبت به متغیرهای پروژه را دارد.
- ۱۲- کاربر پسند است.

#### ۹- نتیجه‌گیری

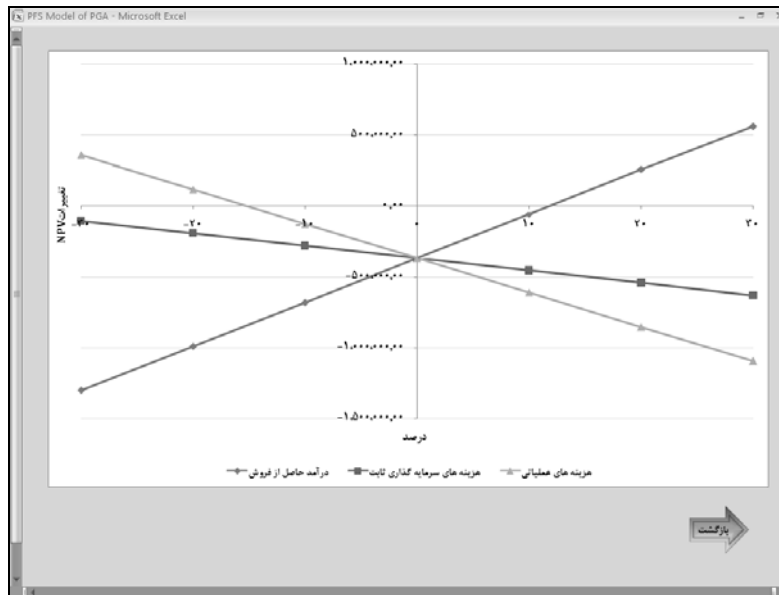
احداث کارخانه آلومینای خلیج فارس با استفاده از ذخایر بوکسیت منطقه دابولا، غیراقتصادی است. هزینه حمل بوکسیت، مهمترین عامل در غیراقتصادی شدن این طرح می‌باشد. کشور ایران از یک طرف از منابع انرژی فراوان و ارزان برخوردار است و از طرف دیگر فاقد ذخایر کافی و با کیفیت بوکسیت به‌عنوان ماده اولیه تولید آلومینا می‌باشد. احداث کارخانه آلومینا در سواحل جنوبی کشور، از نظر تامین انرژی و نزدیکی به این منابع و سواحل دریایی و متعاقب آن کاهش هزینه حمل و نقل، مناسب به نظر می‌رسد. لذا سرمایه‌گذاری در این زمینه و استفاده از بوکسیت مرغوب وارداتی (نظیر بوکه) می‌تواند گامی بلند در زمینه تولید آلومینا و شکوفا شدن هر چه بیشتر صنعت آلومینیوم در کشور به همراه داشته باشد و رتبه نخست تولید در منطقه را به خود اختصاص دهد.

طراحی مدل کامپیوتری علاوه بر این‌که سهولت در انجام مطالعات پیش‌امکان‌سنجی احداث کارخانه آلومینای خلیج فارس را به همراه دارد، باعث کاهش زمان در انجام بررسی‌ها و تحلیل‌ها می‌شود. همان‌طور که ملاحظه شد، قابلیت‌های بالای مدل در تحلیل سناریوهای مختلف، نمایش نمودارها و تحلیل شاخص‌های اقتصادی سبب می‌شود تا به راحتی متغیرهایی که در پروژه

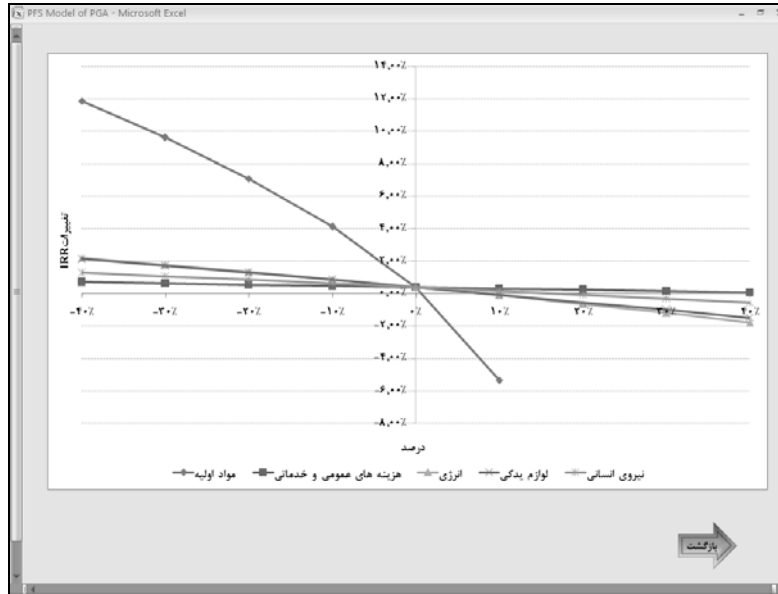
نقش مهمی ایفا می‌کنند را شناسایی و میزان تغییرات و اثر آن‌ها را بر روی پروژه بررسی کرد. همچنین می‌توان از این مدل برای انجام مطالعات پیش‌امکان‌سنجی احداث دیگر کارخانه‌های آلومینا استفاده کرد.



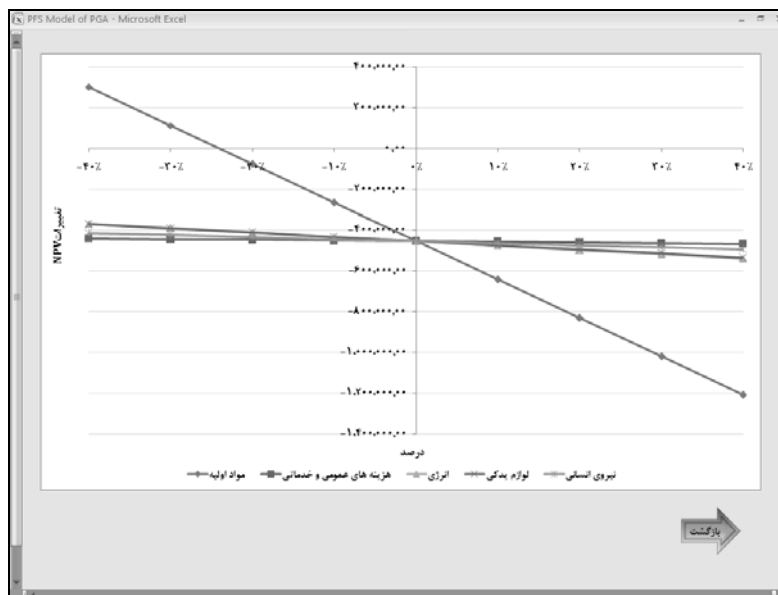
شکل ۸- نمودار مربوط به تحلیل حساسیت IRR



شکل ۹- نمودار مربوط به تحلیل حساسیت NPV



شکل ۱۰- تحلیل حساسیت IRR نسبت به هزینه های عملیاتی



شکل ۱۱- تحلیل حساسیت NPV نسبت به هزینه های عملیاتی

### ۱۰- مراجع

[۱] طیبی، ا.، ۱۳۸۶، "ارائه مدلی کامپیوتری جهت انجام مطالعات پیش امکان سنجی احداث کارخانه آلومینای خلیج فارس"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

[2] <http://www.apex.com>

[3] <http://www.comfariiii.com>

[4] <http://www.xeras.com>