

فصلنامه بررسی‌های اقتصادی، دوره 4، شماره 3، پاییز 1386، صفحات 83-99

## ارزیابی هزینه - فایده و تحلیل

### حساسیت مجتمع مس سرچشمه

دکتر محمدرضا لطفعلی پور و سکینه اسلامی گیسکی \*

تاریخ پذیرش: 86/9/2

تاریخ وصول: 86/7/25

چکیده:

مواد معدنی بخش عمده‌ای از نهاده‌های صنایع است. وجود مواد معدنی فراوان زمینه ساز رشد و توسعه‌ی صنعتی است. به دلیل پایان پذیرگی منابع، استفاده‌ی بهینه از آنها اهمیت فراوانی دارد. فراوانی مواد معدنی گوناگون از مزیت‌های ایران است. مجتمع مس سرچشمه بزرگترین و مهمترین معدن کشور در این زمینه است. با توجه به نقش و اهمیت این مجتمع، در این تحقیق فعالیت‌های این مجتمع از بعد هزینه - فایده بررسی شده است. بدین منظور از دو معیار ارزش خالص فعلی (NPV) و نسبت فایده به هزینه (BCR) استفاده شده است. استخراج این شاخص‌ها نشان دهنده‌ی مقدار ارزش حال خالص جریان‌ات نقدی مجتمع طی دوره‌ی 80-1370 به میزان 56846 میلیارد ریال و نرخ بازدهی داخلی 31/5 درصد است. برای دوره‌ی 90-1384 ارزش حال خالص این مجتمع 5313 میلیارد ریال برآورد شده است. بنابراین، فعالیت‌های مجتمع مس سرچشمه دارای توجیه اقتصادی بوده است. در این مطالعه از روش تحلیل حساسیت به منظور تعیین اثر ناطمینانی هر یک از متغیرها بر مدل نیز استفاده شده است.

طبقه بندی JEL: D<sub>61</sub>

واژه‌های کلیدی: معدن، منابع پایان پذیر، تحلیل حساسیت، مس سرچشمه

---

\* به ترتیب، دانشیار و کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد (lotfalipour@yahoo.com)

## ۱- مقدمه

ذخایر مس جهان به جز روسیه و چین حدود 57000 میلیون تن و کل ذخایر کشورهای آسیایی به جز چین و ژاپن حدود 7500 میلیون تن است. تقریباً 1900 میلیون تن ذخایر مس جهان در ایران واقع شده است. کشور ایران با دارا بودن 3/5 درصد از ذخایر مس جهان، دارای رتبه‌ی هفدهم در جهان و بعد از اندونزی، دارای رتبه‌ی دوم به لحاظ ذخایر مس در آسیا است.

بررسی و تجزیه و تحلیل اقتصادی فعالیت‌های مجتمع مس سرچشمه به عنوان یکی از موسسات بزرگ اقتصادی کشور بسیار حائز اهمیت است. لزوم توسعه‌ی اقتصادی و رعایت موازین زیست محیطی از یک طرف و کمبود منابع کشور برای رسیدن به این اهداف، از طرفی دیگر، نشان دهنده‌ی ضرورت استفاده‌ی مطلوب از منابع حیاتی است؛ زیرا عدم استفاده مطلوب از این منابع باعث خسارات جبران ناپذیری می‌شود. از این رو، بررسی روش‌هایی از قبیل تحلیل هزینه-فایده<sup>۱</sup> به دلیل هدایت منابع به سمت بهترین کاربردها و دست‌یابی سریع‌تر به رشد و توسعه، در دستور کار دستگاه‌های اجرایی دولتی و خصوصی است. در این مطالعه به اختصار روش تجزیه و تحلیل هزینه-فایده و بعضی از مسائل مرتبط با آن مطرح می‌شود. سپس تجزیه و تحلیل هزینه-فایده مجموعه فعالیت‌های اقتصادی مجتمع مس سرچشمه به استناد آمار و ارقام، گزارش عملکرد و اسناد و مدارک موجود ارزیابی می‌گردد. همچنین، توجیه پذیری اقتصادی آن در آینده نیز بررسی می‌شود. در انتها به منظور بررسی اثر نا اطمینانی بر نتایج، از روش تحلیل حساسیت نیز بهره می‌گیریم.

## 2- روش تحلیل هزینه - فایده

تحلیل هزینه-فایده روشی برای ارزیابی مزیت نسبی پروژه‌های سرمایه گذاری بر حسب تخصیص بهینه و کارآمد منابع است. هدف تحلیل هزینه-فایده بهبود کارایی منابع در جهت رفاه اقتصادی است. به عبارتی دیگر، هدف از ارزیابی کمک کردن به انتخاب بهترین نوع تصمیم‌گیری در جهت استفاده بهینه و مطلوب از منابع است (ویک،<sup>۲</sup> 1993، ص 3).

<sup>۱</sup> Cost - Benefit Analysis (CBA)

<sup>۲</sup> Weick

دویی،<sup>3</sup> پایه‌ی نظری تحلیل هزینه- فایده را در سال 1844 مطرح کرد. وی از مفهوم مازاد مصرف کننده استفاده کرد. از آن تاریخ به بعد تحلیل هزینه- فایده نقش حیاتی در اقتصاد رفاه ایفا کرده است (ورکر<sup>4</sup> و همکاران، 2002، ص 30). اولین کاربرد عملی تحلیل هزینه- فایده مربوط به سال‌های 1930 و توسعه‌ی منابع آب کشورهای امریکایی است (پاکزاد، 1372، ص 54). تعاریف متعددی از روش تحلیل هزینه- فایده وجود دارد. از نظر بوردمن،<sup>5</sup> تحلیل هزینه- فایده ترازویی برای اندازه گیری است. به طوری که همه‌ی مقادیر مثبت (جریان پول نقد و فواید) در یک طرف ترازو و همه‌ی مقادیر منفی (هزینه‌ها و زیان‌ها) در طرف دیگر ترازو قرار داده می‌شوند. از نظر ره،<sup>6</sup> تحلیل هزینه- فایده روشی برای یافتن کلیه‌ی هزینه‌ها و فواید یک طرح و کمی کردن آنها است، به طوری که تفاوت این دو نشان دهنده‌ی مقرون به صرفه بودن فعالیت تصمیم گیری است. در کشورهای در حال توسعه به دلیل کمبود منابع سرمایه، تخصیص آن در بهترین شقوق سرمایه گذاری امری حیاتی است (خلیلی، 1374، ص 63).

تحلیل هزینه- فایده طرح‌های اقتصادی در کشورهایی نظیر ایران (که صرفاً به درآمدهای ارزی حاصل از فروش نفت متکی هستند) با توجه به شرایط حاکم بر تحولات انرژی در جهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (نوری نائینی، 1365، ص 27). این روش برای تصمیم گیری در سیاست‌های عمومی و فواید و هزینه‌های اجتماعی نیز به کار گرفته شده است. در ایالات متحده امریکا آژانس حمایت از محیط زیست به طور مرتب از تحلیل هزینه- فایده برای فرایند تصمیم گیری استفاده می‌کند. برای مثال، میزان آلودگی در شهرهای لوس آنجلس و کالیفرنیا نشان دهنده‌ی افزایش مجموع فواید کاهش آلودگی از هزینه‌های محاسبه شده بوده است. همچنین، سیاست‌های اتخاذ شده در این زمینه به طور موفقیت آمیزی تحت تاثیر این یافته‌ها بوده است (کمیک<sup>7</sup> و همکاران، 1999، ص 1).

<sup>3</sup> Dupit

<sup>4</sup> Vreeker

<sup>5</sup> Boardman

<sup>6</sup> Reh

<sup>7</sup> Camic

### 3- بررسی مطالعات انجام شده

رادو<sup>8</sup> (2003) مطالعات نظری ارزیابی اقتصادی پروژه‌های سرمایه‌گذاری در صنعت استخراج معادن را انجام داده است. نتایج بررسی نشان داد که طرح سرمایه‌گذاری در صنعت استخراج معادن با دیگر طرح‌های سرمایه‌گذاری تفاوت ندارد. ویژگی‌هایی مانند دوره‌ی طولانی زمین‌شناسی و اکتشافات (معمولا 42-8 سال)، محیط اجتماعی و سیاسی مناطق شامل معادن و ماهیت غیر قابل تجدید بودن منابع و مواد معدنی، صنعت استخراج معادن را از سایر صنایع متفاوت کرده است. از نظر رادو نرخ قابل قبولی از بازدهی طرح‌های سرمایه‌گذاری در صنعت استخراج معادن و روش دقیقی برای تحلیل این نوع طرح‌ها وجود ندارد. معمولا 54 درصد از شرکت‌ها نرخ بازده داخلی 9/5 درصد از ارزش خالص فعلی و سایر شرکت‌ها نسبت‌های دیگر را ترجیح می‌دهند.

الیوت و هریس<sup>9</sup> (2001) فعالیت‌های معدنی موزامبیک را مورد تجزیه و تحلیل هزینه-فایده قرار داده‌اند. به دلیل طبیعت و مشکلات فعالیت‌های معدنی در موزامبیک، تحلیل هزینه-فایده برای پاکسازی فعالیت‌های معدنی در این کشور به کار رفته است. بر اساس نتایج این تحقیق، فواید اصلی رفع موانع فعالیت‌های معدنی، کاهش هزینه‌های پزشکی زندگی، آسیب‌ها و صدمات تولیدات کشاورزی بوده است. هون<sup>10</sup> (2004) ارزیابی اقتصادی نفت خام و تحلیل حساسیت را بررسی کرده است. در این تحقیق پس از شرح مفاهیم اصلی، منحنی‌های تولید، پیش‌بینی قیمت نفت، هزینه‌ها و مخارج، تحلیل میدان‌های نفتی و آنالیز حساسیت بررسی شده است. برای محاسبه‌ی نرخ تنزیل، سیستم مالی داخلی ریسک موجود در بازار و هزینه‌ی سرمایه در حالت اخذ وام بر اساس نرخ تنزیل 12/7 درصد بررسی شده است.

برد و گیلدستد<sup>11</sup> (2001) هزینه-فایده تاثیر اقتصادی-اجتماعی فعالیت معدنی در افغانستان را تحلیل کرده‌اند. بر اساس یافته‌های این تحقیق، برنامه‌ی فعالیت معدنی برای افغانستان فواید خالص اقتصادی-اجتماعی قابل توجهی داشته است. نسبت خالص فایده به هزینه‌ی برنامه‌ی فعالیت‌های معدنی با نرخ تنزیل 10

<sup>8</sup> Radev

<sup>9</sup> Elliott and Harris

<sup>10</sup> Hoon

<sup>11</sup> Byrd and Gildestad

درصد و دوره‌ی 15 ساله، برابر با  $1/2$  و نرخ بازده داخلی 28 درصد تخمین زده شده است.

خلیلی (1374) ارزیابی اقتصادی طرح استحصال مس از معدن مس سونگون را بررسی کرده است. در این تحقیق با استفاده از نرخ تنزیل 6 درصد، طرح دارای ارزش فعلی خالص  $525540/6$  هزار دلار، نرخ بازدهی داخلی  $13/1$  درصد و نسبت فایده به هزینه  $1/64$  بوده است.

#### 4- فرایند محاسبه‌ی تحلیل هزینه - فایده

##### 4-1- تعیین و شناسایی اهداف پروژه

در ارزیابی پروژه باید فواید پروژه را مشخص کرد، به گونه‌ای که نتایج مطلوب اجرای هر پروژه خاص مشخص شود. همچنین، ارتباط بین پروژه و هدف، برای ارائه‌ی یک ارزیابی بر مبنای صحیح، باید قابل شرح دادن باشد (میکسل،<sup>12</sup> ص 3).

##### 4-2- برآورد هزینه‌ها و فواید

تحلیل هزینه - فایده پروژه با انتخاب میان روش‌های متفاوت اجرایی در ارتباط است، به طوری که ارزش یک روش تنها در مقایسه با سایر روش‌ها در ارتباط است. از این‌رو، هزینه‌ها و فواید ارزیابی پروژه در صورت اجرای پروژه به آن متعلق است؛ و در غیر این صورت، به آن تعلق ندارد (ساگدن و ویلیامز، 1372، ص 37). فواید و هزینه‌ها شامل فواید و هزینه‌های آشکار و غیر آشکار است. فواید و هزینه‌های آشکار در بازار قابل تعیین است؛ ولی هزینه‌ها و فواید غیر آشکار در بازار قابل تعیین نیست. تا حد امکان، محققان سعی در وارد کردن عوامل غیر آشکار به شکل کمی در مباحث تحلیل هزینه - فایده کرده‌اند.

مبنای ارزش‌گذاری هزینه‌ها و فواید در ارزیابی پروژه به شرح زیر است.

1- قیمت بازار؛ در صورت نبود نقص‌هایی مانند انحصار و بیکاری، بهترین مبنای قیمت‌گذاری هزینه‌ها و فواید، قیمت بازار است.

2- قیمت سایه‌ای؛ در صورت وجود نقص در بازار، قیمت سایه‌ای نشان دهنده‌ی هزینه‌ی اجتماعی یک کالا است. به عنوان مثال، برای نیروی کار بیکار، قیمت سایه‌ای، هزینه‌ی فرصت آن و نه دستمزد بازار است؛ زیرا به کارگیری نیروی

<sup>12</sup> Mikesel

انسانی در جای دیگر اقتصاد از میزان ستانده نمی‌کاهد. بنابراین، در این حالت دستمزد، هزینه فرصت نیست. البته، قیمت سایه‌ای معمولاً یک واژه‌ی خیلی کلی و دربرگیرنده‌ی همه‌ی طبقات است. هزینه‌ی فرصت فایده‌ی صرفنظر شده به خاطر به کارگیری منابع کمیاب برای یک هدف خاص به جای به کارگیری آن در بهترین نوع استفاده‌ی آن است.

3- ارزش‌گذاری احتمالی؛ این روش در صورت عدم وجود قیمت بازار استفاده

می‌شود

4- انتخاب نرخ تنزیل؛ این انتخاب به عواملی مانند نرخ بازار، نرخ سود

انتظاری حاصل از سرمایه‌گذاری در آینده، خصوصیات بنگاه و سطح اهمیت مدیریت بنگاه و سهامداران آن برای درآمدهای آینده بستگی دارد (نوری نائینی، 1365، صص 67-68).

#### 4-3- ملاک‌های تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری

##### 4-3-1- دوره‌ی بازگشت سرمایه،

دوره‌ی بازگشت سرمایه (PP)<sup>13</sup> یک روش تقریبی برای مقایسه‌ی اقتصادی طرح‌ها است. رابطه‌ی کلی محاسبه‌ی دوره‌ی بازگشت سرمایه به صورت زیر است.

$$-I + \sum_{t=1}^n (CF)_t = 0 \quad (1)$$

در رابطه‌ی فوق، CF نشانگر جریان‌ات نقدی (در پایان سال t ام) سالانه، I هزینه‌های سرمایه‌گذاری، n دوره‌ی بازگشت سرمایه و t تعداد سال‌ها است (اسکویی نژاد، 1375، صص 179)

بر اساس این روش، پروژه‌های دارای دوره‌ی بازگشت سرمایه کوتاه‌تر، اقتصادی‌تر است؛ زیرا بسیاری از کارفرمایان به دلیل ریسک‌گریز بودن، ترجیح می‌دهند که اصل سرمایه در کوتاه‌ترین زمان برگشت داده شود. البته، این روش ارزش پول و نیز دوره‌ی برگشت سرمایه را نادیده می‌گیرد (رادو، 2003، صص 3).

<sup>13</sup> Payback Period

## 4-3-2- ارزش خالص فعلی

ارزش خالص فعلی ( $NPV$ )<sup>14</sup> یک پروژه‌ی سرمایه گذاری در واقع تفاوت بین جریان‌های نقدی تنزیل شده‌ی مورد انتظار و سرمایه گذاری اولیه است (دامودرن،<sup>15</sup> 2002). اگر  $I$  میزان سرمایه‌ی سال صفر، و  $B_1$  تا  $B_n$  درآمدهای حاصل از پروژه به ترتیب در سال‌های 1 تا  $n$  و نیز  $C_1$  تا  $C_n$  هزینه‌های پروژه در سال‌های مختلف باشد، ارزش فعلی تنزیل شده پروژه به صورت زیر است.

$$NPV = -I + \frac{(B_1 - C_1)}{(1+r)} + \frac{(B_2 - C_2)}{(1+r)^2} + \dots + \frac{(B_n - C_n)}{(1+r)^n} \quad (2)$$

که می‌توان آن را به صورت زیر خلاصه کرد:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} - I \quad (3)$$

در ارزیابی یک طرح بر اساس این روش، در صورتی که  $NPV$  طرح بزرگتر یا مساوی صفر باشد، پروژه دارای توجیه اقتصادی است؛ در غیر این صورت توجیه اقتصادی ندارد. در این روش، در شرایط مساوی، طرحی که دارای ارزش فعلی خالص بیشتر یا طرح دارای ارزش هزینه‌های فعلی کمتر باشد، انتخاب می‌شود. در این روش، ضمن لحاظ ارزش زمانی پول، عمر پروژه نیز در نظر گرفته می‌شود.

## 4-3-3- نرخ بازدهی داخلی

نرخ بازدهی داخلی ( $IRR$ )<sup>16</sup> نرخ تنزیلی است که در آن  $NPV$  مساوی صفر است. به عبارتی دیگر،  $IRR$  نرخ تنزیلی است که بر اساس آن ارزش فعلی فواید برابر با ارزش فعلی هزینه‌ها است. با قرار دادن  $NPV$  مساوی با صفر و با مجهول در نظر گرفتن  $r$ ، نرخ بازدهی داخلی به صورت زیر قابل محاسبه است.

$$\sum_{t=1}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} - I = 0 \quad (4)$$

در این حالت  $IRR$  حاصل شده با نرخ تنزیل مورد نظر (مثلاً نرخ بهره‌ی بازار) مقایسه می‌شود. در صورت بزرگتر یا مساوی بودن  $IRR$  از نرخ تنزیل مورد نظر، طرح توجیه اقتصادی دارد؛ در غیر این صورت طرح توجیه اقتصادی ندارد. مزیت

<sup>14</sup> Net Present Value

<sup>15</sup> Damodaran

<sup>16</sup> Internal Rate of Return

عمده‌ی این روش در نشان دادن نرخ واقعی بازدهی سرمایه گذاری است (رادو، 2003، ص 4).

#### 4-3-4- روش نسبت منافع به هزینه

نسبت منافع به هزینه ( $BCR$ )<sup>17</sup> از تقسیم ارزش فعلی فواید به ارزش فعلی هزینه‌ها به صورت زیر حاصل می‌شود.

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (5)$$

بر اساس این روش، در صورت بزرگتر یا مساوی بودن نسبت فایده به هزینه، طرح دارای توجیه اقتصادی است؛ در غیر این صورت، طرح اقتصادی نیست (میکسل، 1991، ص 16).

#### 5- مشکلات و محدودیت‌های به کارگیری تحلیل هزینه - فایده

مهمترین مشکل تحلیل هزینه - فایده مربوط به دخالت دولت در اقتصاد است. یارانه‌ها، مالیات‌ها، موانع تجاری، سیاست‌های حمایتی از جمله موارد بر هم زننده‌ی ساز و کار طبیعی بازار است. در چنین حالتی، قیمت‌ها با هزینه‌ی فرصت فاصله دارند و درستی اطلاعات و آمار در تحلیل هزینه - فایده به علت غیر ممکن بودن ارزیابی صحیح مورد تردید است. از این رو، ارزیابی همه‌ی تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم یک طرح زیر بنایی در افق بلندمدت با سختی همراه است. به عنوان مثال، تأثیرات بلند مدت طرح‌های زیربنایی بر مسائل زیست محیطی به صورت کامل قابل اندازه گیری نیست (ورکر و همکاران، 2002، ص 30).

یکی دیگر از مسائل هزینه - فایده، مشکل محاسبه‌ی مجدد هزینه‌ها و فواید در برخی از موارد است (واتکینز،<sup>18</sup> 2008، ص 4). مساله‌ی دیگر، کمی کردن بسیاری از متغیرهای غیر ملموس با وزن بیشتر (در برخی از موارد) نسبت به متغیرهای قابل لمس است. این موضوع تا حدود زیادی بر نتایج ارزیابی تأثیر گذار است. از طرفی دیگر، بعضی از انتقادها به روش  $CBA$  در ارتباط با استفاده از نرخ

<sup>17</sup> Benefit- Cost Ratio

<sup>18</sup> Watkins

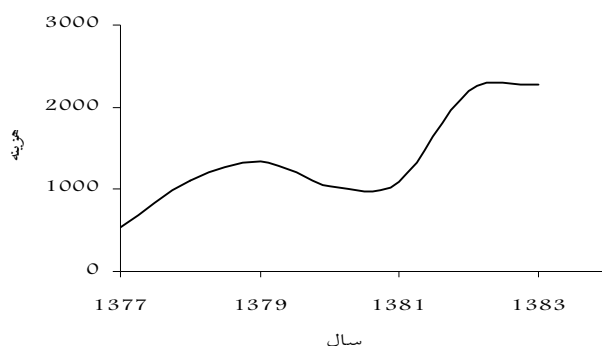


بهره‌ی بلندمدت بازار تحت عنوان نرخ تنزیل است؛ زیرا نرخ‌های پایه ریزی شده بر اساس معاملات بازار برای انتخاب‌های غیر بازاری مناسب نیستند. تحلیل هزینه-فایده یک سری محدودیت‌های دیگری نیز دارد که جزء مسائل جدا نشدنی در ارزیابی طرح‌ها هستند. شکاف و عدم اطمینان در دسترسی به آمار و اطلاعات، اشتباهات پیش بینی و انتخاب نرخ تنزیل نامناسب، منشأ ایجاد خطا در ارزیابی هستند. البته، مشکلاتی چون تکنولوژی نامناسب، سیستم‌های حمایتی و ساختاری، مشکلات اجرایی و سیاست‌های زیست محیطی نیز از دیگر محدودیت‌های تحلیل هزینه-فایده است (ویک، 1993، صص 4-5).

## 6- محاسبه‌ی ارزش حال جریان‌ات نقدی

هزینه‌های مجتمع مس سرچشمه بر اساس طبقه بندی واحد حسابداری صنعتی آن به 5 گروه پرسنلی، عمومی، مواد، استهلاک، اداری و تشکیلاتی تقسیم شده است. در نمودار (1) جریان هزینه‌ای کل طی دوره‌ی 83-1377 نشان داده شده است.

نمودار 1: هزینه‌ی کل مجتمع مس سرچشمه (بر حسب میلیارد ریال)



در نمودار (2) جریان درآمدی حاصل از فروش داخلی و خارجی مس سرچشمه طی دوره‌ی 83-1377 نشان داده شده است.

هدف از تحلیل هزینه-فایده در این بخش، به دست آوردن ارزش حال جریان‌ات نقدی زمان گذشته، طی دوره‌ی 83-1370 است.

نمودار 2: جریان درآمدهای داخلی و خارجی مجتمع مس سرچشمه (بر حسب میلیارد ریال)



برای به دست آوردن ارزش حال جریانات نقدی گذشته از فرمول زیر استفاده شده است.

$$NPV = (1+r)B_1 - C_1 + (1+r)^2 B_2 - C_2 + \dots + (1+r)^n B_n - C_n \quad (6)$$

در رابطه‌ی فوق،  $NPV$  نشانگر ارزش حال و  $B_i - C_i$  جریانات نقدی دوره‌های مختلف گذشته است.

با توجه به استفاده‌ی مجتمع مس سرچشمه از وام‌های بانکی، در این تحقیق نرخ بهره‌ی بانکی 18 درصد منظور شده است. با استفاده از رابطه‌ی (6)، ارزش حال جریانات نقدی دوره‌ی گذشته این مجتمع 56846 میلیارد ریال به دست آمده است. مثبت بودن ارزش حال نشان دهنده‌ی توجیه اقتصادی فعالیت مجتمع مس سرچشمه در گذشته است.

## 7- ارزیابی اقتصادی فعالیت‌های آتی

پس از بررسی وضعیت گذشته مجتمع مس سرچشمه، برای نشان دادن تصویر نسبتاً روشنی از وضعیت مالی مجتمع در طول دوره‌ی فعالیت، وضعیت آینده‌ی آن نیز با همان روش بررسی می‌شود. به منظور بررسی  $CBA$  عملکرد مجتمع در آینده، عوامل اصلی ارزیابی، مانند هزینه‌ها، میزان تولید و قیمت مس پیش بینی شده است. میزان تولید آینده این مجتمع از گزارش‌های آماری و برنامه‌های شرکت ملی صنایع مس ایران استخراج شده است. هزینه‌ها نیز بر اساس روند آنها در گذشته پیش‌بینی شده است. برای پیش‌بینی قیمت مس، پس از

بررسی روند قیمت مس در سال‌های گذشته، از پیش بینی های بازار بورس لندن (LME)<sup>19</sup> به عنوان معتبرترین نهاد در این زمینه، استفاده شده است.<sup>20</sup> عوامل عمده مؤثر بر قیمت مس در طرف تقاضا عبارتند از رشد تولیدات صنعتی و جنگی، وضعیت ناآرامی های اجتماعی و تنش های بین المللی و برآورد موجودی ذخایر مس در جهان. عوامل مؤثر قیمت مس در طرف عرضه نیز عبارتند از تغییرات تولید مس، تغییرات تکنولوژی بهره برداری، وضعیت هزینه های تولید و میزان سرمایه گذاری ها در طرح های توسعه ای است.

برای پیش بینی دقیق تر، امکان استفاده از روش های اقتصاد سنجی نیز مورد بررسی قرار می گیرد. برای پیش بینی قیمت مس از الگوسازی سری زمانی و نرم افزار *MINITAB* و *SAS* استفاده شده و توابع خود همبستگی به صورت زیر است.

نمودار 3: تابع خود همبستگی قیمت مس

وقفه ی بهینه

مأخذ: نتایج تحقیق

<sup>19</sup> London Metal Exchange

<sup>20</sup> سه بازار عمده ی بورس فلزات در زمینه ی مس، بازار بورس لندن، بازار بورس کالایی نیویورک (COMEX) و نیز بازار بورس فلزات شانگهای (SHME) است. از بین آنها بازار بورس فلزات لندن معتبرتر است.

## نمودار 4: تابع خود همبستگی جزئی قیمت مس

وقفه‌ی بهینه  
مأخذ: نتایج تحقیق

در نمودار (3) و (4) تابع خود همبستگی و تابع خود همبستگی جزئی نشان داده شده است. بر اساس این دو نمودار، وقفه‌ها اختلاف معنی داری با صفر ندارند. به عبارتی دیگر، الگوی متغیر مورد نظر الگوی گام تصادفی است. نتایج تجزیه و تحلیل تعیین نوع الگو با استفاده از نرم افزار SAS و آماره کمترین معیار ( $BIC$ ) در جدول (1) نشان دهنده‌ی وجود الگوی گام تصادفی است.

جدول 1: تعیین نوع الگو

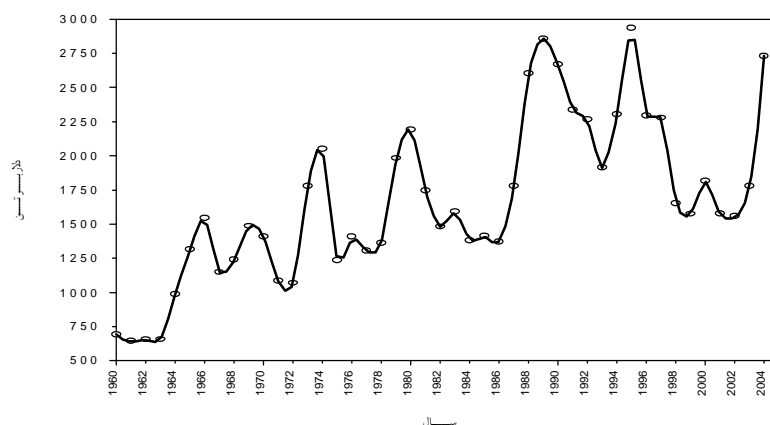
$p+d$	$q$	$BIC$
0	0	11/61886
3	2	62886/11
4	2	11 /68945
5	2	11/74856

مأخذ: نتایج تحقیق

کمترین مقدار این آماره اینجا مربوط به الگوی  $ARIMA$  با مرتبه صفر و صفر است. الگوی  $ARIMA$  با مرتبه‌ی صفر و صفر الگوی گام تصادفی است. در الگوی گام تصادفی حرکات هر متغیر برابر با موقعیت قبلی آن به علاوه یک جزء کاملاً تصادفی ( $y_t = y_{t-1} + m_t$ ) است. با توجه به پیروی متغیر قیمت مس از الگوی گام تصادفی، این متغیر از طریق این روش قابل پیش‌بینی نیست.

بنابراین، از طریق منحنی عرضه و تقاضا و الگوسازی، پیش بینی قیمت مس در آینده غیر ممکن است. از این رو، در این حالت برای پیش بینی قیمت مس فقط از مباحث نظری، روند قیمت مس در گذشته و عوامل مؤثر بر قیمت مس استفاده می شود. با توجه به آمار گذشته، روند قیمت مس در چهار دهه ای اخیر مطابق با نمودار (5) تقریباً سینوسی صعودی بوده است.

نمودار 5: روند جهانی قیمت مس طی دوره 1960-2004



مأخذ: نتایج تحقیق

کاهش مصرف مس از یک سو و افزایش تولید از سویی دیگر، موجب ادامه ی روند نزولی قیمت مس طی دوره 1996-99 بوده است.

در روش پیش بینی ذهنی که بر اساس روند متغیر در گذشته صورت می گیرد، می توان از روش *global* (که در آن تاکید بر روی کلیه مشاهدات متغیر تا زمان جاری است) یا روش *local* (که در آن وزن و اهمیت به چند مشاهده ای اخیر داده می شود) استفاده نمود. در این تحقیق از روش *global* استفاده می شود. به دلایل مختلف، نظیر عدم قطعیت میزان ذخایر اکتشاف نشده، ارتباط پیچیده عرضه و تقاضا، فرآوری و بهره برداری از عیارهای پایین، توسعه ی تکنولوژی، اکتشاف ذخایر جدید، بازیافت مواد مصرف شده و جایگزینی مواد معدنی به جای ماده ی معدنی دیگر امکان فاصله داشتن پیش بینی ها از واقعیت وجود دارد. به این دلیل و برای نزدیک بودن پیش بینی ها به واقعیت، فقط 6 سال آینده در نظر گرفته شده است.

## 8- محاسبه‌ی ارزش حال جریانات نقدی آینده

برای محاسبه‌ی جریان درآمدی آینده، علاوه بر قیمت مس، نیاز به محاسبه‌ی جریان تولید مس در این سال‌ها است. این محاسبه بر اساس اطلاعات و آمار موجود در شرکت ملی صنایع مس ایران انجام شده است.<sup>21</sup> در نمودار (6) جریان تولید مس در این مجتمع طی دوره‌ی 90-1384 نشان داده شده است.

نمودار 6: روند تولید مس در 5 سال آینده (هزار تن)



مأخذ: نتایج تحقیق

قیمت هر دلار معادل با 8719 ریال در نظر گرفته شده است. با نرخ تنزیل متوسط 18 درصد، ارزش فعلی خالص این مجتمع 5313 میلیارد ریال و نسبت فایده به هزینه 1/39 درصد به دست آمده است. برای به دست آوردن ارزش حال جریانات نقدی از رابطه‌ی (6) استفاده شده است.

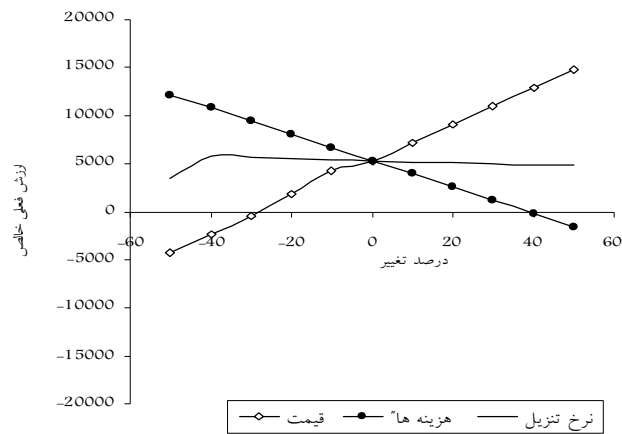
به دلیل بزرگتر از صفر بودن ارزش فعلی خالص مجتمع مس سرچشمه و نیز به دلیل بزرگتر از یک بودن نسبت فایده به هزینه‌ی آن، فعالیت مجتمع مس سرچشمه از نظر اقتصادی توجیه پذیر است. با توجه به سهم بالای صادرات مس و تغییرات نرخ ارز مبلغ ارزش فعلی درآمدهای مجتمع می‌تواند بیشتر از رقم فوق باشد.

<sup>21</sup> این آمار از برنامه‌های توسعه‌ی آینده شرکت استخراج شده است.

## 9- تحلیل حساسیت

عدم تحقق پیش بینی آینده، به طور دقیق، حاکی از عدم قطعیت حاکم بر زندگی همه‌ی افراد و سازمان‌ها است. از این‌رو، تغییر در هر یک از پارامترهای تخمینی بر نتایج ارزیابی تاثیر گذار است. معیار آنالیز حساسیت در واقع بررسی حساسیت طرح نسبت به هر کدام از پارامترهای مربوط است. تحلیل حساسیت عبارت از تکرار محاسبات مالی با تغییر دادن پارامترهای اصلی و مقایسه‌ی نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از اطلاعات اولیه است. اگر تغییرات ایجاد شده در بعضی از متغیرها، باعث عدم توجیه طرح از لحاظ اقتصادی نشوند؛ سرمایه‌گذاران و کارفرمایان با اطمینان بیشتری سرمایه‌گذاری خواهند کرد. با تغییر عواملی چون، قیمت مس، هزینه‌ها و نرخ تنزیل، تحلیل حساسیت در ارزیابی اقتصادی مجتمع مس سرچشمه مطابق با نمودار (7) مورد بررسی قرار می‌گیرد. هر کدام از منحنی‌ها با جایگزین کردن مقادیر مختلف به جای یک عامل در فرمول ارزش خالص فعلی، با ثابت بودن بقیه‌ی عوامل، حاصل شده است. بر اساس نتایج این نمودار، حساس‌ترین پارامتر قیمت مس است و پس از آن تغییر هزینه‌ها تأثیر بیشتری بر ارزش فعلی خالص داشته است. اما تغییر نرخ تنزیل تأثیر چندانی بر ارزش فعلی خالص نداشته است. بنابراین، در پیش بینی قیمت مس و هزینه‌ها باید دقت کامل به عمل آید.

## نمودار 7: تحلیل حساسیت (تأثیر تغییرات مقادیر اولیه بر NPV)



مأخذ: نتایج تحقیق

## 10- جمع بندی و نتیجه گیری

بررسی آینده‌ی مجتمع مس سرچشمه از بعد هزینه-فایده نشان دهنده‌ی توجیه پذیر بودن فعالیت مجتمع از بعد اقتصادی است. مجتمع مس سرچشمه در ایجاد اشتغال، صنایع جنبی دیگر، تولید ناخالص داخلی، در توسعه‌ی اقتصادی منطقه، بخش صنعت و معدن و در نهایت کل کشور تأثیر گذار بوده است. از این رو، به کارگیری منابع به صورت سرمایه، نیروی کار ماهر و مدیریت در آن توجیه پذیر است. تحلیل حساسیت نشان داد که حساس‌ترین پارامتر در پیش بینی قیمت مس، به ترتیب قیمت مس و هزینه‌ها است؛ از این رو باید در پیش بینی این عوامل دقت زیادی به عمل آید.



**فهرست منابع:**

- اسکویی نژاد، محمد مهدی. (1375). اقتصاد مهندسی یا ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی، تهران: دانشگاه صنعتی امیر کبیر ( پلی تکنیک تهران ).
- پاکزاد، فریبرز. (1372). ارزیابی اقتصادی طرحهای سرمایه گذاری. تهران. انتشارات هیرمند.
- خلیلی، سروش. (1374). ارزیابی اقتصادی طرح استحصال مس از معدن مس سونگون، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد. تهران، دانشگاه شهید بهشتی.
- ساگدن، روبرت و آلن ویلیامز. (1372). مبانی تحلیل هزینه - فایده عملی. ترجمه: منصور خلیلی عراقی. تهران: موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.
- نوری نائینی، محمد. (1365). مدیریت و ارزیابی پروژه، وزارت برنامه و بودجه، تهران: مرکز مدارک اقتصادی و اجتماعی و انتشارات.

- Byrd, W.A. & B. Gildestad. (2001). The Socio-economic Impact of Mine Action in Afghanistan. A Cost - benefit Analysis. World Bank.
- Courard-Hauri, D. (2004 ). The Effect of Income Choice on Bias in Policy Decisions Made Using Cost- Benefit Analysis. Ecological Economics, 51: 191- 199.
- Damodaran, A. (2002). Investment Valuation: Tools and Techniques Determining the Value of any Asset. John Wiley and Sons.
- Elliot, G. & G. Harris. (2001). A Cost- Benefit Analysis of Landmine Clearance in Mozambique. Development southern Africa, 18 (5): 623-633.
- Hoon, O.S. (2004). Petroleum Economic Evaluation Petroleum Oil Price Analysis and Sensitivity Modeling. pp. n-24. <[www.ccop.or.th](http://www.ccop.or.th)>.
- Radev, J., (2003). Economic Analysis of Investment Projects in Mining Industry.
- Mikesell, J.L. (1991). Fiscal Administration: Anlysis and Application for the Public Sector. 4<sup>th</sup> ed. Belmont, CA: Wadsworth pub.CO.
- Vreeker, R., P. Nijkamp. & Ch. Ter Welle. (2002). A Multicriteria Decision Support Methodology for Evaluating Airport Expansion Plans. Transportations Research Part D, p. 30.
- Watkins, h. (2008). Introduction to Cost Benefit Analysis. <[www.sjsu.edu](http://www.sjsu.edu)>.
- Weick, ed. (1993). Cost- Benefit Analysis and its Possible Application to the EARP Process. ESASINC, March 22, <[www.cyberus.ca](http://www.cyberus.ca)>.