Archive of SID

Vol 5–No.10 Autumn and Winter

Iranian Electric Industry Journal
Of Quality And Productivity

# ارائه روشی جهت تعیین طول دوره امتیاز و نقطه انتقال ساخت پروژه نیرو گاه برق به روش B.O.T

سهیل امامیان [۱], سید غلامرضا جلالی نائینی [۲] ، کامران شهانقی [۳]
دانشکده صنایع ، دانشگاه علم و صنعت ایران ، تهران ، ایران
emamian@iust.ac.ir
دانشکده صنایع ، دانشگاه علم و صنعت ایران ، تهران ، ایران
Sgjalalin @ yahoo.com
دانشکده صنایع ، دانشگاه علم و صنعت ایران ، تهران ، ایران
Shahanaghi @ iust.ac.ir

**چکیده** : در کشورهای در حال توسعه، به دلیل کمبود منابع مالی در تامین سرمایه مورد نیاز پروژه های زیر بنایی ، توجه خاصی برای جذب منابع مالی به بخش خصوصی داخلی و خارجی جلب شده است. یکی از این رویکردها روش ساخت-بهره‌برداری-واگذاری (**BOT**)[۱] است. در اینگونه رویکردها پروژه به بخش خصوصی واگذار شده و بخش خصوصی باید پروژه را به اتمام رسانده و سود خود را بدست بیاورد و پس از این مرحله پروژه را به دولت واگذار نماید .

در این مقاله چار چوبی جهت تعیین طول دوره امتیاز و نقطه انتقال پروژه با در نظر گرفتن تمایلات دو طرف و با وارد نمودن اثرات ریسک و عدم قطعیت در خصوص پارامترهای پروژه و در نظر گرفتن عدم وجود اطلاعات کامل حداقل برای یکی از طرفین و با استفاده از نظریه بازی چانه زنی و شبیه سازی مونت کارلو ، دوره امتیاز و نقطه انتقال با توجه به مطالعه موردی که در خصوص ساخت نیرو گاه برق میباشد ارائه گردیده است.

**واژه های کلیدی:** دوره امتیاز , نقطه انتقال , شبیه سازی مونت کارلو , پروژه های ساخت – بهره برداری و واگذاری ,

تاریخ ارسال مقاله ۱۳۹۴/۱۰/۰۸

تاریخ پذیرش مقاله ۱۳۹۴/۱۲/۲۲

نام نویسنده مسئول: سهیل امامیان

نشانی نویسنده مسئول: Emamian @ iust.ac.ir



Downloaded from ieijqp.ir at 15:01 +0430 on Monday May 1st 2017

www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ieijqp.ir at 15:01 +0430 on Monday May 1st 2017

## ۱- مقدمه

کشورها برای توسعه خود نیازمند اجرای پروژه‌های زیربنایی هستند که همواره با تخصیص منابع هنگفت همراه است. احداث راه، پالایشگاه، نیروگاه، تاسیسات مخابراتی، آب و فاضلاب و دیگر پروژه‌های زیرساختی، نیازمند حجم بالای اعتبارات مالی است که به طور معمول منابع دولتی برای تامین آنها کافی نیست [۱] .

رقابتی‌تر شدن شرکت‌های بزرگ با مالکیت خصوصی و تمایل بیشتر دولت‌ها برای خصوصی‌سازی پروژه‌های زیربنایی و همچنین افزایش مشکلات دریافت وام از بانک‌های تجاری برای کشورهای در حال توسعه، از مهمترین عوامل این جذابیت بود [2 ].

کارایی روش ساخت-بهره‌برداری-واگذاری طی ۳۰ سال گذشته به عنوان روش موثر در تأمین مالی پروژه‌های زیربنایی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به اثبات رسیده است [3] . در اوایل دهه ۱۹۹۰، هنگامی که دولت بریتانیا، اقدام به خصوصی نمودن تعداد زیادی پروژه عمومی کرد، روش ساخت-بهره‌برداری-واگذاری شهرت بسیاری پیدا کرد [4 ]. بیشتر پروژه‌های عظیم زیربنایی در هنگ‌کنگ با استفاده از همین روش انجام شده است، که نشان دهنده موثر بودن این روش در جذب سرمایه‌های خارجی در کشورهای در حال توسعه است. لی و شن در سال ۱۹۹۸، کاربرد موفقت‌آمیز این روش را در پروژه‌های مترو و بزرگراه، در کشور چین نشان دادند و بر پتانسیل این روش در توسعه کشور تاکید کردند [5 ].

برای تعیین یک دوره امتیاز مشخص از نظریه بازی چانه‌زنی استفاده شده است. مدا [6 ] از نظریه بازی برای فرآیند چانه‌زنی تخصیص ریسک بین بخش دولتی و بخش خصوصی در یک قرارداد زیرساختی حمل و نقل استفاده کرد. دانگ و همکاران [7 ] از نظریه بازی برای تامین مواد در پروژه‌های بزرگ استفاده کرده. اوکبنلی [8 ] یک مکانیزم چانه‌زنی با اطلاعات ناکامل ارائه داد که به بازیکنان اجازه می‌دهد که با اشتراک‌گذاری محدود اطلاعات در یک چارچوب مذاکره سه‌جانبه ساخت-بهره‌برداری-واگذاری، به یک نتیجه موثر و منصفانه برسند.

در این مطالعه، فرمول‌های ارائه شده توسط شن و همکاران [9 ] برای در نظر گرفتن اثر دوره بازپرداخت و به‌کارگیری روش پیشنهادی برای تعیین حدود دوره امتیاز، اصلاح شده‌اند. با توجه به اینکه بازیگران قرارداد، منطقی عمل کرده و به آسانی مذاکره را ترک نمی‌کنند بلکه برای رسیدن به یک نتیجه خوب در طول مذاکرات، چانه‌زنی می‌کنند.

ویژگی انتقال اکثر ریسک‌ها و مسئولیت‌های پروژه از دستگاه اجرایی به بخش خصوصی، توسعه روزافزون روش ساخت- بهره‌برداری- واگذاری و رویکردهای مشابه و مشتق شده از آن را در پی داشته است. چارچوب بکار گرفته شده در این مقاله می‌تواند به عنوان یک راهنما به دولت کمک کند تا نقطه انتقالی را برای پروژه‌های BOT تعیین و علاوه بر تامین منافع خود، بخش خصوصی را برای مشارکت در پروژه و امضای قرارداد مجاب کند. بدین ترتیب علاوه بر هدف نهایی دولت که اجرای پروژه و در نتیجه این خدمت‌رسانی ، افزایش سطح رفاه می‌باشد هدف اصلی سرمایه‌گذار نیز که همان بازگشت سرمایه و هزینه‌های ساخت، اجرا و نگهداری و علاوه بر این کسب سود مورد انتظار بعد از عبور از نقطه سربه‌سر است، تامین می‌شود.

بیشترین دوره امتیاز مطالعات موردی با استفاده از متدولوژی ارائه شده، بیانگر اثر ریسک بر جریان مالی است که با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو اعمال شده است. ارائه دوره امتیاز بیشتر اما منطقی یکی از راه‌هایی است که باعث تشویق بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در پروژه‌های زیرساختی دولت می‌شود. دوره امتیاز به دست آمده از متدولوژی هرچند بیشتر از دوره امتیاز واقعی ارائه شده است، اما تضمین می‌کند که پروژه بعد از انتقال به دولت همچنان تا پایان عمر اقتصادی خود سودمند باشد.

## ۲- نوآوری مقاله :

مهمترین نوآوری این پژوهش، در نظر گرفتن حالت عدم وجود اطلاعات کامل است. نوآوری دیگری که در این پژوهش وجود دارد، استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای تحلیل ریسک است و در خصوص پارامترهایی تاثیرگذار است ، که در مقالات مرجع نادیده گرفته شده‌اند. نوآوری دیگر این پژوهش، نزدیک نمودن مدل به حالت واقعی است، به طوری که می‌تواند باعث کمترشدن فاصله مدل‌های ریاضی و علم مدیریت پروژه شود.

## ۳- قراردادB.O.T :

قراردادهای BOT را معمولاً دو گونه تفسیر می‌کنند. یکی – Build (Own - Transfer )که در این حالت اپراتوری بر عهده دیگری است. حالت دوم( Build – Operate - Transfer ) که در این حالت مالکیت با دیگری است. مزیت اصلی این نوع قراردادها ترکیب مسئولیت‌ها و وظایف جداگانه طراحی، ساخت، تعمیرات و نگهداری توسط یک مجموعه از بخش‌های عمومی و خصوصی است. این مسأله شرکای پروژه را قادر می‌سازد تا از مزیت‌هایی هم چون تطبیق طراحی



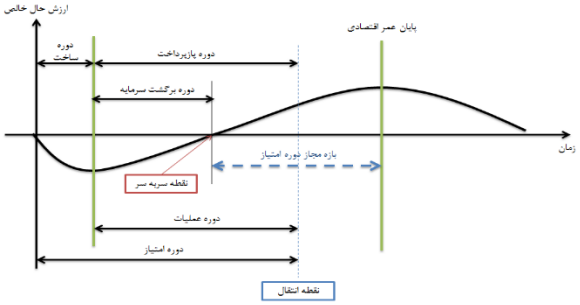
www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ieijqp.ir at 15:01 +0430 on Monday May 1st 2017

پروژه سود ببرند. این قراردادها از زمان طراحی تا پایان عملیات ممکن است ۲۰ سال و یا بیش‌تر به طول بینجامد. نمودار ارزش خالص فعلی این پروژه‌ها به طورکلی به صورت زیر است:




**شکل (۱): ساختار ارزش خالص فعلی در پروژه‌های BOT**

دوره عملیات (دوره بهره‌برداری) از لحظه‌ی شروع به کار پروژه و بازگشایی آن توسط پیمانکار برای عموم و شروع به تولید درآمد، آغاز می‌شود و تا لحظه‌ی انتقال پروژه به کارفرما ادامه پیدا می‌کند. دوره‌ی عملیات یکی از بخش‌های دوره‌ی امتیاز است؛ در واقع دوره امتیاز شامل دوره‌های ذیل است: دوره ساخت که از زمان امضای موافقت‌نامه پروژه آغاز و تا تکمیل ساخت پروژه ادامه دارد؛ و دوره‌ی عملیات که از انتهای دوره‌ی ساخت آغاز و تا نقطه‌ی انتقال پروژه به کارفرما ادامه دارد.

دوره بازپرداخت، دوره‌ای است که طی آن باید به تعهدات مربوط به وام‌های گرفته‌شده عمل شود و این وام‌ها بازپرداخت شود. این دوره می‌تواند از دوره بازگشت سرمایه بیشتر باشد، اما باید قبل ازنقطه سربه‌سر تمام شود. بیشترین مقدار ممکن برای طول این دوره با طول دوره‌ی عملیات برابر است، اما این بازه می‌تواند از دوره‌ی عملیات کمتر نیز باشد. شروع این دوره نمی‌تواند زودتر از اتمام دوره‌ی ساخت باشد چرا که تا لحظه‌ای که ساخت پروژه تمام نشود و بهره‌برداری آغاز نشود، درآمدی تولید نمی‌شود که وام‌ها بازپرداخت شوند؛ پایان این دوره نیز نباید بعد از نقطه‌ی انتقال باشد چراکه بعد از این زمان پروژه در اختیار پیمانکار نیست و درآمدی از این محل برای پیمانکار وجود نخواهد داشت.

متدولوژی بکار گرفته شده جهت تعیین دوره امتیاز منطقی در پروژه‌های ساخت-بهره‌برداری-واگذاری، با در نظر گرفتن اثر ریسک بر اجزاء غیرقطعی دوره امتیاز است. در متدولوژی ارائه شده دوره امتیاز نهایی می‌تواند با موافقت دولت و بخش خصوصی در این بازه تعیین شود. هر نقطه‌ای در این بازه می‌تواند به عنوان دوره امتیاز بهینه تلقی گردیده به طوری که برای هردو طرف سودمند باشد.

در این مقاله اطلاعات مطالعات موردی به عنوان پارامترهای ورودی در مدل مالی استفاده گردیده . ابتدا، پارامترهای قطعی و غیرقطعی تعریف و سپس اثر ریسک بر پارامترهای غیرقطعی پروژه با اختصاص تابع توزیع برای متغیرهای احتمالی، درنظر گرفته شده است. سپس، مدل مالی با در نظر گرفتن تمام بخش‌های قرارداد، پایداری مالی پروژه را ارزیابی می‌کند. از شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای تولید یک طیف توزیع از ارزش خالص فعلی در طی عمر اقتصادی پروژه استفاده می‌شود. نتایج ارزش خالص فعلی تحلیل شده و یک متدولوژی برای تعیین حدود دوره امتیاز پیشنهاد گردیده. در این حالت، یک بازه برای دوره امتیاز به وجود آمده است تا طرفین قرارداد در این خصوص مذاکره کنند. در پایان، نظریه بازی چانه‌زنی برای تعیین یک دوره امتیاز مشخص که برای هر دو طرف، دولت و بخش خصوصی، منطقی باشد، به کار گرفته شده است.

## ۴- مدل مالی

با استفاده از فرمول پایه محاسبه ارزش خالص فعلی ، [10 ] خروجی مدل شبیه‌سازی که پارامترهای ذکر شده را در نظر گرفته است، توزیعی از ارزش خالص فعلی در یک بازه زمانی، $T_C$، است، که آن‌را می‌توان با مدل ریاضی (۱) بیان کرد:

$$rNPV_{Tc} \sum_{i=0}^{T_C} \frac{rRev_{i,nom}-rC_{i,nom}-rO\&M_{i,nom}-OC_{i,nom}}{(1+rWACC)^i} \quad (۱)$$

که در آن:

$rNPV_{TC}$، ارزش خالص فعلی اسمی در دوره $T_C$ با در نظر گرفتن فاکتور ریسک

rRevi,nom، درآمد اسمی در سال i با در نظر گرفتن فاکتور ریسک

rCi,nom، هزینه سرمایه‌گذاری اسمی در سال i با در نظر گرفتن فاکتور ریسک

rO&Mi,nom، هزینه بهره‌برداری و نگهداری اسمی در سال i با در نظر گرفتن فاکتور ریسک

OCi,nom، دیگر هزینه‌های بهره‌برداری در سال i، مانند: هزینه اجاره و ...، به صورت اسمی

rWACC، میانگین وزنی هزینه سرمایه با در نظر گرفتن فاکتور ریسک

جریان مالی خالص (NCF) در یک سال نیز برای تعیین پایان عمر اقتصادی پروژه به عنوان خروجی در نظر گرفته شده است. در این مقاله، پایان عمر اقتصادی پروژه (Tf)، آخرین سالی است که جریان مالی خالص، بزرگتر و یا مساوی صفر باشد. فرمول زیر برای محاسبه جریان مالی خالص با در نظر گرفتن فاکتور ریسک ($rNCF_i$) در مدل شبیه‌سازی استفاده شده است که در واقع صورت کسر معادله (۱)



www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ieijqp.ir at 15:01 +0430 on Monday May 1st 2017

است. منظور از عبارت "با در نظر گرفتن فاکتور ریسک" در این مقاله، وارد کردن اثرات ریسک بر پارامترهای غیرقطعی با استفاده از شبیه-سازی است.

$$rNCF_i = rRev_{i,nom} - rc_{i,nom} - r0\&M_{i,nom} - 0c_{i,nom.} \quad (۲$$

بعد از اینکه مدل مالی با استفاده از معادلات (۱) و (۲) برای تعیین خروجی‌ها استفاده شد، از شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای تولید ۱۰۰۰۰ تکرار برای هر مورد استفاده می‌شود.

## ۵- متدولوژی برای تعیین حدود دوره امتیاز

معادلات ارائه شده توسط شن و همکاران (۲۰۰۲، ۲۰۰۷) برای وارد کردن اثرات بازپرداخت وام و تضمین نرخ بازگشت مورد انتظار، اصلاح شده‌اند. متدولوژی پیشنهادی اثر بازپرداخت وام را، که شاید یکی از دلایل ناکارآمدی مدل ارائه شده در مقالات ذکر شده باشد، در نظر گرفته است. معادلات اصلاح شده که پایه متدولوژی پیشنهادی برای تعیین حدود دوره امتیاز را تشکیل می‌دهند، در زیر بیان شده است:

$$NPV(T_{C-L}) \le NPV(T_C) \le NPV(T_f) \quad (۳)$$

$$NPV(T_{C-U}) = NPV(T_f) \quad (۴)$$

$$T_{C-L} \le T_C \le T_{C-U} \quad (۵)$$

تحت شرایطی که:

$$NPV(T_{C-L}) \ge 0 \; such \; that \; T_{C-L} \ge T_{PB} \quad (۶)$$

$$T_{C-L} \ge T_{RP} \quad (۷)$$

که در آن:

$TC_L$، حد پایین بازه دوره امتیاز به طوری که $NPV=NPV(T_{C_L})$

$TC_U$، حد بالای بازه دوره امتیاز به طوری که $NPV=NPV(T_{C_U})$

که حدود پایین و بالا به این صورت محاسبه می‌شود؛ برای تعیین حد پایین اولین مقدار مثبت ارزش خالص فعلی انتخاب می‌شود، سپس بررسی می‌شود که این مقدار NPV مربوط به کدام سال از عمر پروژه است، این مقدار مساوی با $T_{C_L}$داده می‌شود. برای تعیین حد بالا نیز آخرین مقدار مثبت ارزش خالص فعلی در نمودارNPV پروژه، مشخص شده و سال متناظر با آن به عنوان حد بالای بازه‌ی مجاز نقطه‌ی انتقال تعیین می‌شود.

$T_f$، پایان عمر اقتصادی به طوری که $NPV=NPV(Tf)$

$T_{PB}$، پایان دوره بازگشت سرمایه

$T_{RP}$، پایان دوره بازپرداخت وام

شرط معادله (۶)، تضمین می‌کند که پروژه پیش از رسیدن به نقطه انتقال به نقطه سربه‌سر برسد. با توجه به اینکه معمولا بخش خصوصی برای تامین مالی پروژه از بانک وام می‌گیرد، شرط (۷) تضمین می‌کند که بازپرداخت وام بیش از پایان دوره امتیاز انجام شود در حالی که نرخ بازگشت مورد انتظار را نیز تضمین می‌کند.

معادله (۳) برای تعیین حد بالای دوره امتیاز شن و همکاران از پایان عمر اقتصادی پروژه استفاده کردند و نقطه‌ای که در آن ارزش خالص فعلی برابر با $NPV(T_f)$ می‌شود را به عنوان حد بالا در نظر گرفتند. $NPV(T_f)$ در بالاترین حد قرار دارد، بنابراین مکان حد بالا با روش ارائه شده در مطالعات قبلی به دست نمی‌آید. در عوض، همانطور که در معادله (۴) می‌بینید، ارزش خالص فعلی در حد بالای دوره امتیاز برابر با ارزش خالص فعلی در پایان عمر اقتصادی پروژه در نظر گرفته شده است. مانند مطالعات پیشین، معادله (۵) حدود دوره امتیاز را مشخص می‌کند.

با جریان مالی خالص و ارزش خالص فعلی به دست آمده از شبیه-سازی که در جداول (۴) و (۵) نشان داده شده است و استفاده از معادلات (۳) تا (۷)، رویه زیر برای تعیین حدود دوره امتیاز پیشنهاد می‌شود:

تعیین TC_L:

TRP را بیابید و بررسی کنید که آیا NPV(TRP)>=0 هست یا نه.

اگر شرط برقرار بود، این سال را به عنوان حد پایین در نظر بگیرید.

در غیر اینصورت، TRP+n ی را بیابید که ارزش خالص فعلی آن بزرگتر و یا مساوی صفر باشد و آن را به عنوان حد پایین در نظر بگیرید. TRP+n، n سال بعد از TRP است به طوری که n=1,2,… است.

## ۶- متدولوژی برای کاهش طول بازه مجاز دوره امتیاز با استفاده از نظریه بازی چانه‌زنی

در این مطالعه، فرمول‌های ارائه شده توسط شن و همکاران برای در نظر گرفتن اثر دوره بازپرداخت و به‌کارگیری روش پیشنهادی برای تعیین حدود دوره امتیاز، اصلاح شده‌اند. با توجه به اینکه بازیگران قرارداد منطقی عمل می‌کنند، به آسانی مذاکره را ترک نمی‌کنند بلکه برای رسیدن به یک نتیجه خوب در طول مذاکرات، چانه‌زنی می‌کنند. برای منافعی که بخش خصوصی و دولت در طول دوره امتیاز به اشتراک می‌گذارند، فرمول زیر ارائه شده است:



www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ieijqp.ir at 15:01 +0430 on Monday May 1st 2017

$NPV(T_f) - NPV(T_{C_L}) =$ سود تولید شده در بازه $[TC_L, TC_L]$ (۸)

براساس مقاله شن و همکاران ، اگر دور اول با پیشنهاد دولت آغاز شود، بهترین استراتژی به این گونه است که پیشنهاد دور اول را طوری بدهد که به سرمایه‌گذار این امکان را بدهد که همان مقدار عایدی را که سرمایه‌گذار در ضدپیشنهاد خود مطرح می‌کند، به دست آورد. اگر پیشنهاد اول رد شود، بخش خصوصی یک ضدپیشنهاد ارائه خواهد کرد. اما در ارائه این پیشنهاد او باید هزینه چانه‌زنی $f_p$ و هزینه ارزش زمان با اعمال فاکتور تخفیف $\delta_p$ را نیز در نظر بگیرد، بنابراین، سرمایه‌گذار یک حدپایین عایدی برابر با $q_p$-$f_p$ $\delta_p$ یک حد بالا برابر با $Q_p$-$f_p$ خواهد داشت. به همین صورت، استراتژی به دولت اجازه می‌دهد که یک حد بالا $Q_g$ و یک حد پایین $q_g$ ، داشته باشد که به صورت زیر است:

$$Q_g \leq [NPV\ (T_f) - NPV\ (T_{C\text{-}L})] - (\delta_P q_P - f_p \quad (۹)$$

$$q_g \geq [NPV\ (T_f) - NPV\ (T_{C\text{-}L})] - (\delta_P Q_P - f_p \quad (۱۰)$$

که در آن:

$Q_g$: بیشترین مقدار ممکن عایدی دولت در صورتی که پیشنهاد او در دور اول توسط بخش خصوصی قبول شود.

$q_g$: کمترین مقدار عایدی دولت در صورتی که پیشنهاد او در دور اول توسط بخش خصوصی قبول شود.

$Q_p$: بیشترین مقدار عایدی بخش خصوصی در صورتی که در دور اول پیشنهاد دولت را رد کند.

$q_p$: کمترین مقدار عایدی بخش خصوصی در صورتی که در دور اول پیشنهاد دولت را رد کند.

در حالتی که سرمایه‌گذار باید یک ضدپیشنهاد ارائه دهد، بهترین استراتژی او، ارائه پیشنهادی است که به دولت اجازه دهد همان مقدار از عایدی که در صورت ادامه چانه‌زنی در دور بعد ارائه خواهد داد را کسب کند. در این مرحله دولت هزینه چانه‌زنی برابر با $2f_g$ را متحمل خواهد شد، که ناشی از پیشنهاد اول و ضدپیشنهاد سرمایه‌گذار است، و هزینه ارزش زمان که با اعمال فاکتور تخفیف $\delta_g$، محاسبه می‌شود، بنابراین، حدود بالا و پایین عایدی دولت به ترتیب عبارتند از $\delta_g$ $Q_g$-$2f_g$ و $\delta_g$ $q_g$-$2f_g$. این حدود کمترین و بیشترین عایدی سرمایه‌گذار را به این صورت تعیین می‌کنند:

$$Q_g \leq [NPV\ (T_f) - NPV\ (T_{C-L})] - (\delta_P q_P - 2f_p \quad (۱۱)$$

$$q_p \geq [NPV\ (T_f) - NPV\ (T_{C-L})] - (\delta_g Q_g - 2f_g \quad (۱۲)$$

با تبدیل معادلات (۱۲) و (۱۱) به ترتیب به معادلات (۹) و (۱۰)، فرمول اصلاح شده برای عایدی دولت به این صورت به دست می‌آید:

$$Q_g = q_{g=\frac{(1-\delta_p)\left[NPV(T_f)-NPV\left(T_{C\text{-}L}\right)\right]-2\delta_p f_g+f_p}{1-\delta_p\delta_g}}. \quad (۱۳)$$

این مقدار برابر است با عایدی دولت.

حد بالای جدید که $Q_g$ اصلاح شده را که از فرمول (۱۳) به دست آمد در نظر می‌گیرد به صورت زیر است:

$$\acute{T}_{C-U} = T[NPV = NPV\ (T_f) - Q_g] \quad (۱۴)$$

به همین صورت، اگر بخش خصوصی اولین پیشنهاد را بدهد، بیشترین و کمترین عایدی که بخش خصوصی می‌تواند با در نظر گرفتن استراتژی دولت به دست آورد به صورت زیر خواهد بود:

$$\acute{Q}_p \leq [NPV(T_f) - NPV\ (T_{C-L})] - (\delta_P \acute{q}_g - f_g) \quad (۱۵)$$

$$\acute{q}_p \geq [NPV(T_f) - NPV\ (T_{C-L})] - (\delta_P \acute{Q}_g - f_g) \quad (۱۶)$$

اگر دولت پیشنهاد را رد کند و یک ضدپیشنهاد ارائه دهد، بهترین استراتژی این است که پیشنهادی بدهد که عایدی آن برای بخش خصوصی برابر با مقداری باشد که در صورت ادامه چانه‌زنی، بخش خصوصی در دور بعد ارائه خواهد کرد. این استراتژی برای دولت یک بیشینه و کمینه عایدی به صورت زیر تعیین می‌کند:

$$\acute{Q}_g \leq [NPV(T_f) - NPV\ (T_{C-L})] - (\delta_P \acute{q}_P - 2f_g) \quad (۱۷)$$

$$\acute{q}_g \geq [NPV(T_f) - NPV\ (T_{C-L})] - (\delta_P \acute{Q}_p - 2f) \quad (۱۸)$$

با تبدیل معادلات (۱۸) و (۱۷) به ترتیب به معادلات (۱۵) و (۱۶)، فرمول اصلاح شده برای عایدی بخش خصوصی به این صورت خواهد بود:

$$\acute{Q}_P = \acute{q}_p = \frac{(1-\delta_p)[NPV(T_f)-NPV(T_{C-L})]-2\delta_P f_P+f_p}{1-\delta_p\delta_g} \quad (۱۹)$$

حد پایین جدید که مقدار اصلاح شده عایدی بخش خصوصی که توسط فرمول (۱۹) محاسبه می‌شود را نیز در نظر می‌گیرد، به این صورت است:

$$\acute{T}_{C-L} = T[NPV = NPV\ (T_{C-L}) + \acute{Q}_p] \quad (۲۰)$$



www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from iejqp.ir at 15:01 +0430 on Monday May 1st 2017

## ۷- مطالعه موردی:

در این قسمت با ذکر یک مثال سعی می‌کنیم تا موارد مطرح شده در قسمت‌های قبلی با استفاده از مصادیق کاربردی تشریح گردد. اعداد و ارقام براساس مقاله‌ی "بهای تمام‌شده‌ی تولید برق در واحدهای گازی و سیکل ترکیبی نیروگاه شریعتی مشهد"، به نگارش نصیرزاده و بیهودی‌زاده [۱۱] بیان شده است و مقادیر واقعی و کاربردی است.

## ۸- بیان کلیات پروژه

برق به عنوان صنعت زیربنایی در فرآیند توسعه اقتصادی کشور و ایجاد زیرساخت های توسعه نقشی ارزنده دارد و اساسی دارد که بستر لازم را برای پویایی و رشد کشور در زمینه‌های گوناگون اقتصادی، صنعتی، فرهنگی و اجتماعی فراهم می‌سازد.

بالا بودن هزینه‌های احداث نیروگاه‌ها، می‌تواند مشوق خوبی برای کاربرد قراردهای تامین مالی مانند ساخت-بهره‌برداری-واگذاری برای احداث این زیرساخت‌ها باشد.

## ۹- اعداد و ارقام مربوط به پروژه

در این بخش ابتدا هزینه‌های احداث یک نیروگاه بیان می‌شود و در ادامه از این مقادیر برای توسعه مدل چانه‌زنی بیان شده در این پژوهش استفاده می‌شود.

**جدول (۶): قیمت تمام شده یک کیلووات ساعت برق تولیدی (ریال)**

| هزینه ها | سوخت (گاز طبیعی) | سوخت (گازوئیل) |
|---|---|---|
| هزینه های متغیر | ۸.۸ | ۱۷.۶ |
| هزینه های ثابت | ۵.۷ | ۵.۷ |
| جمع | ۱۴.۵ | ۲۳.۳ |

در اینجا هزینه‌های تولید در یک نیروگاه گازی و سیکل ترکیبی که نیروگاه شریعتی مشهد است، آورده شده است. که در این مطالعه فقط داده‌های مربوط به بلوک گازی در نظر گرفته شده است. در این پژوهش، هزینه‌های تولید در سال ۱۳۸۴ آورده شده است.

**جدول (۷): هزینه‌های تولید یک مگاوات برق در بلوک ترکیبی (ریال به مگاوات)**

| شرح | هزینه در سال ۱۳۸۴ |
|---|---|
| هزینه مواد اولیه | |
| هزینه سوخت | ۶۵۴۹.۷۱ |
| هزینه سربار | |
| هزینه استهلاک تاسیسات برق | ۲۴۱۵۸.۶۴ |
| هزینه تعمیرات بلند مدت | ۶۰۳۳.۹۶ |
| هزینه‌های واحدهای پشتیبانی | ۱۹۸۱.۳۴ |
| هزینه‌های بهره برداری | ۱۵۴۵.۱۸ |
| هزینه‌های متفرقه تولید | ۲۹۳۳.۸۵ |
| جمع | ۴۳۲۰۵.۹۴ |

**جدول (۸): اطلاعات هزینه‌های احداث نیروگاه**

| شرح | واحد | مقدار | قیمت | جمع |
|---|---|---|---|---|
| زمین | میلیون ریال | ۱۰۰ | ۱ | ۱۰۰ |
| محوطه سازی | میلیون ریال | ۱ | ۲۳۰ | ۲۳۰ |
| ساختمان سازی | میلیون ریال | ۱ | ۱۳۰ | ۱۳۰ |
| ماشین آلات اصلی | میلیون ریال | ۱ | ۴۰۰۰ | ۴۰۰۰ |
| ماشین آلات جانبی | میلیون ریال | ۱ | ۴۰۰ | ۴۰۰ |
| هزینه گمرک | میلیون ریال | ۱ | ۱۶۰ | ۱۶۰ |
| هزینه حمل و نقل | میلیون ریال | ۱ | ۶۰ | ۶۰ |
| تاسیسات | میلیون ریال | ۱ | ۳۰ | ۳۰ |
| تجهیزات اداری | میلیون ریال | ۱ | ۳۰ | ۳۰ |
| هزینه قبل از بهره برداری | میلیون ریال | ۱ | ۳۰۰ | ۳۰۰ |
| هزینه های پیش بینی نشده | میلیون ریال | ۱ | ۶۰ | ۶۰ |
| جمع کل هزینه‌های ثابت سرمایه گذاری | میلیون ریال | | | ۵۵۰۰ |



www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ieijqp.ir at 15:01 +0430 on Monday May 1st 2017

## ۹-۱- روش حل

در این قسمت ابتدا پارامترهای قطعی و غیرقطعی را تعیین می‌کنیم، سپس مدل مالی پروژه را توسعه می‌دهیم تا نحوه تولید ارزش خالص فعلی و جریان خالص مالی برای هر سال مشخص شود. سپس توزیع مناسب برای هر یک پارامترها را معرفی می‌کنیم، در این پژوهش این کار براساس ادبیات موجود انجام شده است.

بعد از تعیین توزیع هریک از پارامترها، با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو، اثر ریسک را بر روی هر یک از آنها اعمال کرده و برای هر کدام به تعداد مورد نیاز، مقدار تولید می‌شود. به کمک این مقادیر و با استفاده از مدل مالی توسعه داده شده می‌توان ارزش خالص فعلی را با در نظر گرفتن عامل ریسک برای هر سال به دست آورد.

حال با داشتن ارزش خالص فعلی در طول عمر اقتصادی پروژه می‌توانیم حدود مناسب برای چانه‌زنی بین دولت و بخش خصوصی را تعیین کنیم. بعد از به دست آمدن این بازه، حدود آن را در مدل چانه-زنی با اطلاعات ناکامل رابینشتین که در بخش قبل ارائه شد قرار می-دهیم و نقطه تعادل به دست می‌آوریم؛ این نقطه ضمن در نظر گرفتن سود دو طرف، چانه‌زنی را به حال برد-برد سوق می‌دهد.

## ۹-۲- مدل مالی

با استفاده از فرمول پایه محاسبه ارزش خالص فعلی ، [10 ]. خروجی مدل شبیه‌سازی که پارامترهای ذکر شده را در نظر گرفته است، توزیعی از ارزش خالص فعلی در یک بازه زمانی، TC، است، که آن‌را می‌توان با مدل ریاضی ذیل بیان کرد:

$$rNPV_{T_c} = \sum_{i=0}^{T_c} \frac{rRev_{i,nom} - rC_{i,nom} - rO\&M_{i,nom} - rOC_{i,nom}}{(1+rWACC)^i} \quad (۱)$$

$$rNCF_i = rRev_{i,nom} - rC_{i,nom} - rO\&M_{i,nom} - rOC_{i,nom} \quad (۲)$$

بعد از اینکه مدل مالی با استفاده از معادلات (۱) و (۲) برای تعیین خروجی‌ها استفاده شد، از شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای تولید ۱۰۰۰۰ تکرار برای هر مورد استفاده می‌شود.

هزینه‌های سرمایه گذاری برای احداث یک نیروگاه شامل هزینه-های ارزی و ریالی می‌باشد که با فرض اینکه نرخ برابری ارز و ریال به صورت "یک دلار= ۳۰۰۰۰ ریال" باشد، تعیین شده است. براساس مقاله "بررسی هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری انواع نیروگاه‌های امواج" که توسط یعقوبی و هاشمی تحت نظر شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، به نگارش درآمده است، برای هر کیلووات شامل ۲۰۰ دلار و ۲۵۰۰۰۰ ریال می باشد که برابر با ۸۵۰۰۰۰ ریال به ازای هر کیلووات است. با توجه ظرفیت نیروگاه مورد مطالعه کل هزینه سرمایه گذاری برای احداث این نیروگاه، $۸/۲۲۸*۱۰^{۱۱}$ ریال می‌باشد.

## ۹-۳- سازوکار شبیه‌سازی مونت‌کارلو

تحلیل ریسک با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو بر پایه تولید تعداد زیادی مقدار به ازای هر پارامتر استوار است. همانطور که در بخش سوم بیان شد این فرایند چند مرحله دارد. ابتدا پارامتر غیرقطعی مورد مطالعه تعیین می‌شود، سپس توزیع مناسب برای آن مشخص می‌شود؛ این کار معمولا براساس داده‌های تاریخی و به کمک تکنیک‌هایی مانند نیکویی برازش انجام می‌شود؛ در این پژوهش، تعیین توزیع پارمترهای غیرقطعی براساس اطلاعات موجود در ادبیات انجام شده است که توزیع‌های انتخابی را در جدول (۳) مشاهده می‌کنید. بعد از تعیین توزیع، تابع تجمعی آن توزیع مشخص می‌شود. سپس با استفاده از یک ماشین تولید اعداد تصادفی، به تعداد مورد نیاز (در این پژوهش ۱۰۰۰ بار) اعدادی تصادفی بین یک و صفر تولید می‌شوند. با توجه به اینکه تابع تجمعی توزیع‌های پیوسته دارای توزیع یکنواخت بین صفر و یک است، هر مقدار تولید شده توسط ماشین تولید اعداد تصادفی با مقادیر موجود در دامنه‌ی توزیع مورد نظر تناظر یک به یک دارد، پس هر مقدار تصادفی، یک مقدار مشخص از پارامتر مورد نظر با توزیع مطلوب را نتیجه می‌دهد. این مقادیر را در مدل مالی قرار می‌دهیم و مقادیر جریان خالص مالی و ارزش خالص فعلی را به ازای هر سال به دست می‌آوریم.

طی فرآیند شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای هر سال به تعداد مشخصی داده تولید می‌شود. در این پژوهش، تعداد تکرار شبیه‌سازی ۱۰۰۰ بار است؛ که در هر تکرار یک جدول مانند زیر تولید می‌شود؛ میانگین مقادیر تمام جدول‌ها در جدول (۵)آورده شده است که مبنای محاسبات ما در این پژوهش قرار می‌گیرد.

با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو اثرات ریسک را بر روی پارامترهای غیرقطعی، در پروژه در نظر گرفته‌ایم.



www.SID.ir

Archive of SID



**جدول (۵): داده های تولیدشده در تکرار اول شبیه سازی مونت کارلو**

| 0 | | درآمد | هزینه احداث | هزینه بهره برداری | سایر هزینه ها | NCF | NPV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2000 | 0 | 27883777778 | 0 | 0 | -27883777777.78 | -27883777777.78 |
| 2 | 2001 | 0 | 27883777778 | 0 | 0 | -27883777777.78 | -53078839363.39 |
| 3 | 2002 | 0 | 27883777778 | 0 | 0 | -27883777777.78 | -75844446425.73 |
| 4 | 2003 | 948640000 | 0 | 41435240 | 2839966.8 | 904364793.20 | -75177278620.35 |
| 49 | 2048 | 1.01504E+12 | 0 | 44335554622 | 3038754046 | 967667007288.30 | 54706372932.25 |
| 50 | 2049 | 1.18523E+12 | 0 | 51769235557 | 3548257721 | 1129914391917.73 | 62563654122.50 |
| 51 | 2050 | 1.38396E+12 | 0 | 60449311461 | 4143189170 | 1319365570435.77 | 70853676699.84 |
| 61 | 2060 | 7116333881 | 0 | 2.84831E+11 | 1.9522E+10 | -297237069055.72 | 101686622261.23 |
| 62 | 2061 | 1763517844 | 0 | 3.32588E+11 | 2.2796E+10 | -353620397920.95 | 100958289576.65 |

رویه زیر برای تعیین حدود دوره امتیاز استفاده می‌شود:

**تعیین** $T_{C_L}$:

TRP (پایان دوره بازپرداخت وام) را بیابید و بررسی کنید که آیا NPV(TRP)>=0 هست یا نه.

اگر شرط برقرار بود، این سال را به عنوان حد پایین در نظر بگیرید.

در غیر اینصورت، TRP+n ی را بیابید که ارزش خالص فعلی آن بزرگتر و یا مساوی صفر باشد و آن را به عنوان حد بالا در نظر بگیرید. TRP+n، n سال بعد از TRP است به طوری که n=1,2,... است.

تعیین TC_U:

آخرین سالی که جریان مالی خالص بیشتر یا مساوی صفر است را بیابید.

آن سال را به عنوان پایان عمر اقتصادی (Tf) و بنابراین TC_L در نظر بگیرید.

به عنوان مثال برای این جدول داریم: پایان دوره بازپرداخت وام سال ۲۰۳۰ است، اما ارزش خالص فعلی آن منفی است، بنابراین، اولین سالی که ارزش خالص فعلی آن از صفر بزرگتر می‌شود را به عنوان حدپایین در نظر می‌گیریم؛ همچنین، آخرین سالی که جریان خالص مالی آن بزرگتر یا مساوی صفر است، سال ۲۰۵۷ می‌باشد که به عنوان حدبالای فرآیند چانه‌زنی تعیین می‌شود.

ارزش خالص فعلی در حدبالا برابر است با ۱۰۳۴۰۰۳۰۹۰۸۴/۸۶ و ارزش خالص فعلی در حد پایین ۹۹۱۰۱۰۵۸/۱۵ است؛ بنابراین داریم:

ل ارزشی که تحت فرآیند چانه‌زنی قرار می‌گیرد. $= -NPV(T_U)-NPV(T_L)$=

ریال

=۱۰۳۴۰۰۳۰۹۰۸۴/۸۶-۹۹۱۰۱۰۵۸/۱۵=۱۰۳۳۰۱۲۰۸۰۲۶/۷۱

## ۹-۴- فرآیند چانه‌زنی

در ادامه، مدل چانه‌زنی با اطلاعات ناکامل رابینشتین، برای حالتی که بازیکنان چانه‌زنی، دولت و بخش خصوصی هستند، استفاده می‌شود. در مدل رابینشتین وضعیت بازیکن ۱ مشخص است اما بازیکن ۲ می‌تواند یکی از دو نوع ضعیف (2w) یا قوی (2s) باشد. با توجه با اینکه معمولا وضعیت مالی دولت و ترجیحات آن، مشخص است و وضعیت اقتصادی شرکت‌های پیمانکار نسبت به دولت کمتر مورد توجه است و اطلاعات در مورد آن کم است، در این پژوهش دولت را به عنوان بازیکن ۱، و شرکت پیمانکار را بازیکن ۲، فرض می‌کنیم. دراین بازی طبیعت تعیین می‌کند که بازیکن ۲، چه نوعی می‌تواند باشد؛ و بازیکن یک نوع بازیکن ۲ را نمی‌داند. نوع بازیکن ۲ براساس یک توزیع احتمالی تعیین می‌شود. در این پژوهش فرض می‌شود بازیکن ۲، با تابع توزیع نمایی با پارامتر ۳، از نوع ضعیف است.



Downloaded from iejqp.ir at 15:01 +0430 on Monday May 1st 2017

www.SID.ir

Archive of SID



Downloaded from ieijqp.ir at 15:01 +0430 on Monday May 1st 2017

براساس آنچه در ادبیات آمده است، فاکتورتخفیف بازیکن۱، بازیکن ۲ قوی و بازیکن ۲ ضعیف به ترتیب عبارتند از $\delta_w = 0.96, \delta_s = 0.98, \delta = 0.98$. براساس مدل چانه‌زنی با اطلاعات ناکامل که در بخش قبل توضیح داده شد، مقادیر $V_s$ و $V_w$ بدین ترتیب به دست می‌آیند:

$$V_s = \frac{1-\delta_s}{1-\delta\delta_s} = 0.51, \qquad V_w = \frac{1-\delta_w}{1-\delta\delta_w} = 0.68$$

$$\hat{V}_s = \delta V_s = 0.49, \qquad \hat{V}_w = \delta V_w = 0.66$$

که در معادلات بالا، $V_s$ و $V_w$ به ترتیب نشان دهنده سهم بازیکن دولت ازکل سود مورد چانه‌زنی در حالت قوی و ضعیف بودن بخش خصوصی و $\hat{V}_s$ و $\hat{V}_w$ به ترتیب نشان دهنده سهم بخش خصوصی از کل سود مورد چانه زنی در حالت قوی و ضعیف بودن خود در حالت تعادل هستند.

حال با توجه به توزیع احتمالی نوع بازیکن ۲، احتمال ضعیف بودن آن را محاسبه می‌کنیم؛ نوع بازیکن ۲ با توزیع نمایی با پارامتر ۳، ضعیف است؛ همانطور که می‌دانید ارزش انتظاری توزیع نمایی با پارامتر $\lambda$، برابر است با۱/۸ ، بنابراین احتمال این که بازیکن ۲، از نوع ضعیف باشد برابر با $\frac{1}{3}$ و احتمال قوی بودن آن برابر با $\frac{2}{3}$ است.

اکنون با محاسبه میانگین وزنی $V_s$ و $V_w$ یک نقطه تعادل و با محاسبه میانگین وزنی و $\hat{V}_s$ و $\hat{V}_w$ هم یک نقطه برای تقسیم سود به دست می‌آید که هر نقطه‌ای بین این دو حالت، در وضعیت تعادل قرار خواهد داشت و به سمت یک حالت برد-برد حرکت خواهد کرد.

$$\frac{\frac{1}{3}(0.68)+\frac{2}{3}(0.51)}{1} = 0.57$$

که نشان می‌دهد ۰/۵۷ سهم دولت و ۰/۴۳ سهم بخش خصوصی باشد. و

$$\frac{\frac{1}{3}(0.66)+\frac{2}{3}(0.49)}{1} = 0.55$$

به این معنا که باید ۰/۵۵ سهم بخش خصوصی و ۰/۴۵ سهم دولت باشد.

روابط بالا بیان می‌کنند که اگر سهم دولت از کل سود بین ۰/۴۵ و ۰/۵۷ و سهم بخش خصوصی بین ۰/۴۳ و ۰/۵۵ از کل سود مورد چانه‌زنی باشد، سامانه در تعادل است و به طرف وضعیت برد-برد حرکت می‌کند.

در واقع در حالت واقعی می‌توان سود کل را با هر نسبتی که در این بازه‌ها باشد بین دو طرف چانه‌زنی تقسیم کرد؛ اگر به طور دلخواه مقدار میانه‌ی سهم را برای دو طرف انتخاب کنیم، سهم دولت ۰/۵۱ و سهم بخش خصوصی ۰/۴۹ خواهد بود.

با توجه به اینکه کل سود براساس جدول اخیر ۱۰۳۳۰۱۲۰۸۰۲۶/۷۱ ریال است، سهم دولت ۵۲۶۸۳۶۱۶۰۹۴/۶۲ ریال و سهم بخش خصوصی ۵۰۶۱۷۵۹۱۹۳۳/۰۹ ریال خواهد بود.

همانطور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود، این مقدار به عنوان NPV بین سال‌های ۲۰۴۸ و ۲۰۴۹ قرار می‌گیرد و با درون‌یابی سال ۲۰۴۸/۴۵ به عنوان مقدار دقیق نقطه انتقال تعیین می‌شود.

## ۱۰- نتیجه‌گیری

نتیجه به دست آمده نشان دهنده‌ی وارد کردن اثر ریسک و اثر عدم وجود اطلاعات کامل در مسأله چانه‌زنی است. همانطور که از نتیجه به دست آمده بر می‌آید، با استفاده از متدولوژی ارائه شده در این مقاله می‌توان دوره امتیاز و نقطه انتقال پروژه از طرف بخش خصوصی به دولت را بدست آورد. در نتیجه دولت و بخش خصوصی با این روش می‌توانند انعقاد قرارداد را با توجه به اطلاعات ارائه شده منعقد و سود بدست آمده را بدرستی تفکیک نمایند.

## منابع :


[۱] لطیفی، م.، و شاکری، ا. (۱۳۸۸). "مدل انتخاب دوره امتیاز برای پروژه‌های BOT". اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت ساخت

[۱۱] نصیرزاده، فرزانه، بیهودی زاده، دانیال، بهای تمام شده تولید برق در واحدهای گازی و سیکل ترکیبی نیروگاه شریعتی مشهد، مجله دانش و توسعه (علمی-پژوهشی)، سال شانزدهم، ۲۶، بهار۱۳۸۸.

[2] McCarthy and R. L. K. Tiong, *Financial and contractual aspects of build-operate-transfer projects*, S. C. Int. J. Project Management, Vol. 9, No.4, 222-227, 1991.

[3] Shen, L. Y., Li, H., and Li, Q. M. (2002). "*Alternative concession model for build operate transfer contract projects*." J. Constr. Eng. Manage., 128(4), 326–330.

[4] Franks, J. (1998). *Building procurement systems, Chartered Institute of Building*, U.K., 29–31.

[5] Lee, R., and Shen, L. Y. (1998). ''*Overview of Chinese government policies to attract BOT investment*.'' J. Hong Kong Surveyor, 9(1), 48–52.

[6] Medda, F., 2007. *A game theory approach for the allocation of risks in transport public–private partnership*s. International Journal of Project Management 25 (3), 213– 218.

[7 ] Dong, F., Tiao-jun, X., Yang, D., 2008. Bargaining




www.SID.ir

Archive of SID



*games for material procurement in large-scale projects.* Management Science and Engineering. ICMSE 265–270.
[8] Ucbenli, C. 2010. *A bargaining mechanism with incomplete information and its application in trilateral BOT negotiations, PhD dissertation*, No.3448020, Columbia University
[9] Shen, L. Y., Bao, H. j., Wu.y. z.,and Lu, w. s. (2007). Using Bargaining-*Game Theory for NegotiatingConcession Period for BOT*-Type Contract. J. Constr. Eng. Manage.,vol.133(5)pp. 385 392.
[10] Brigham, E., Ehrhardt, M., 2010. Financial Management *Theory and Practice. South-Western Cengage Learning, USA.*

## پی نوشت:

[1] Build-Operate-Transfer

Downloaded from ieijqp.ir at 15:01 +0430 on Monday May 1st 2017



www.SID.ir