



تدوین مدلی برای بهینه سازی ساختار سرمایه در پروژه های نیروگاهی به روش BOT

طهماسب مظاهری^۱ عباس بخشینانی^۲ علی کسای^۲ فرد^۲

ali_kasai@yahoo.com

۱- گروه مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده فنی دانشگاه تهران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گرایش مهندسی و مدیریت ساخت دانشگاه تهران

واژه های کلیدی: بهینه سازی، ساختار سرمایه، BOT، پروژه نیروگاهی

چکیده

اقبال به روش ساخت، بهره برداری و انتقال (BOT) برای اجرای پروژه های زیربنایی به سرعت در حال رشد بوده و پروژه های متعددی در سرتاسر جهان با این روش اجرا شده اند. در پروژه های BOT، دولت ریسک ها و فرصت های موجود در توسعه و پیشرفت پروژه های زیربنایی بزرگ را به بخش خصوصی تخصیص و انتقال می دهد. وجه کلیدی برای اجرای موفقیت آمیز روش BOT در هر کشوری افزایش تأمین مالی بوسیله حامیان مالی پروژه است. کاربرد تکنیک های مهندسی مالی و مهارت های طرح ساختار سرمایه برای پیدا کردن ترکیب بهینه و مناسبی از دارایی و بدهی، جهت دستیابی به تأمین مالی موفقیت آمیز پروژه پیشنهادی لازم است. هدف این تحقیق ارائه یک مدل ساده شده برای تخمین سطح دارایی بهینه جهت کمک به تصمیم گیرندگان در مرحله ارزیابی یک نیروگاه به روش BOT است، که بلافاصله بعد از تکمیل مطالعات امکان سنجی پروژه انجام می گیرد. مدل بدست آمده ترکیبی از مدل مالی و یک مدل برنامه ریزی خطی بوده که هدف حداکثر نمودن نرخ بازده داخلی پروژه را از نظر دارنده دارایی میسر می نماید. کارایی مدل در یک مطالعه موردی واقعی سنجیده شده است. بنابراین این مقاله به طور اهم بر تعیین سطح بهینه دارایی در تأمین مالی پروژه به روش BOT می پردازد. با توجه به آنکه سطوح دارایی متفاوتی در پروژه های نیروگاهی به روش BOT ممکن است، لذا تعیین سطح بهینه دارایی در ساختار سرمایه می تواند کمک شایانی کند به حامیان مالی پروژه جهت اطمینان از این که سطح دارایی لازم با توجه به ساختار بهینه سرمایه، قبل از مرحله اجرایی شدن پروژه در دسترس است.

مقدمه

نیز هزینه های سرمایه ای و هزینه های تأمین مالی و غیره است را آماده خواهد کرد. درحین مرحله ارزیابی پروژه، بعد از تکمیل مطالعات امکان سنجی، لازم است که تحلیل های مالی جدی انجام گیرد. از مهمترین این تحلیل ها تعیین ساختار بهینه سرمایه است تا تأمین مالی انجام شده همراه با موفقیت باشد. اگر سرمایه گذار پروژه خود قادر نباشد دارایی لازم را برای دستیابی به سطح بهینه دارایی

در یک پروژه BOT حامی مالی پروژه که اغلب پیمانکار هم است، علاوه بر مواردی دیگر مسئول بالابردن سطح تأمین مالی ضروری برای اجرای پروژه است. این تحقیق شامل یک تحلیل مالی کمی بوده و برای مشاوران مالی سرمایه گذار، مدلی مالی بر مبنای تحلیل جریان های مالی که در برگرنده جریان های در آمدی برنامه ریزی شده و

به منظور محاسبه ارزشمند بودن یک پروژه ، پس از تخمین جریان های مالی در طول چند سال ، نیاز است که ارزش زمانی پول نیز به حساب آورده شود ، زیرا ارزش زمانی پول یک اصل پایه ای در مدل مالی است.

مفروضات

فرضیات مدل عبارتند از :

۱ - تأمین مالی پروژه بوسیله ترکیبی از دارایی و بدهی شکل می گیرد . فرض می شود سرمایه لازم برای افزایش بدهی یا دارایی ، بدون محدودیت موجود است ، خصوصاً که برای پروژه های قابل پذیرش در بانک کمبودی نیز وجود دارد. همچنین پروژه اغلب یک سرمایه گذاری خالص و ساده است که دارای نرخ بازگشت داخلی (IRR) یکتا می باشد . به عبارت دیگر ، جریان مالی خالص نشانه اش فقط در یک جا تغییر می کند . همچنین جریان مالی خالص در خلال دوره ساخت منفی بوده و در خلال دوران بهره برداری مثبت است .

۲ - وامی از یک منبع یا چندین منبع همراه با مقدار یکسان اقساط مساوی سالانه موجود است . از آنجا که در پروژه های نیروگاهی رسیدن به حداکثر تولید و متعاقباً درآمد به سرعت اتفاق می افتد ، برای آنها معمولاً چنین شکلی از بازپرداخت بکار گرفته می شود [۲]. بعلاوه بمنظور ساده سازی فرض می شود که هزینه های تعهد و الزام که معمولاً ۰.۵ تا ۱.۵ درصد وام هستند [۳] ، در مقدار وام تعهد شده لحاظ شوند.

۳- دوره تنفس وام برابر است با طول دوره ساخت . آن هم به خاطر طبیعت و ویژگی خود ضمانت بودن پروژه است به این معنی که بازپرداخت وام فقط به درآمد پروژه وابسته است.

۴ - هزینه مالکیت زمین می تواند در هزینه پایه پروژه (BC) بعنوان یک هزینه اضافی آورده شود .

۵- جریان های مالی در خلال ساخت پیشاپیش تخمین زده شده است .

۶- مالیات بر ارزش افزوده ، مالیات بر درآمد یا مالیات صنفی وجود ندارد . تنها مالیات قابل اجرا ، مالیاتی ۱۱ درصدی شامل نرخ اضافی مالیات است ، که در وام دهی بین المللی بسیار رایج است .

تزریق کند ، بایستی سرمایه گذار دیگری بکارگرفته شود تا سطح دارایی برای رسیدن به ساختار بهینه سرمایه کافی بشود ، در غیر این صورت دیگر ابزارهای تأمین مالی باید بکار گرفته شود .

از این رو بکارگیری مهندسی مالی برای امکان پذیری پروژه با توجه به محدودیت های تأمین مالی ، اجتناب ناپذیر است. در این تحقیق برنامه ای در محیط برنامه اکسل برای تصمیم گیرندگان ساخته شده است. این برنامه برای حل مدل برنامه ریزی خطی حاصل نیز مجهز شده است. در این برنامه محیطی مناسب کاربر، برای وارد نمودن داده ها فراهم آمده است . این نوع برنامه ها برای تحلیلگران مالی بسیار مفید و کاربردی می باشد . لازم است توجه گردد که این برنامه پروژه را از منظر دارنده سرمایه که اغلب پیمانکار هم است ارزیابی می کند ، زیرا تحلیل از دیدگاه های متفاوت ، نتایج گوناگونی بدست می دهد .

انگیزه و محرک اصلی برای ایجاد این مدل از آنجا ناشی میشود که بررسی مسئله تعیین سطح ترازهای دارایی در تأمین مالی به روش BOT، تاکنون به خوبی مورد پژوهش قرار نگرفته است . لذا سطوح دارایی مختلفی در پروژه های نیروگاهی به روش BOT، تاکنون به کار گرفته شده است .

لذا به مدلی نیاز است که ساختار بهینه سرمایه را تعیین نماید تا با توجه به آن سرمایه گذار پروژه در مرحله ارزیابی پروژه بفهمد که سطح دارایی مورد نیاز در قیاس با ساختار بهینه سرمایه، در دسترس او قرار دارد یا خیر .

بدست آوردن رابطه ای برای مدل مالی

یک مدل مالی بیان و شرح ریاضی واری از روابط بین مؤلفه های مالی است . این مدل برای کمک به تصمیم گیرندگان در مرحله ارزیابی پروژه استفاده می شود. در اینجا امکان پذیری پروژه از منظر دارندگان دارایی تحلیل می شود . اولین گام در هر ارزیابی مالی جمع آوری اطلاعات مناسب در مورد هزینه های پروژه و جریان های مالی ایجاد شده بوسیله آن است . در ساده ترین شکل جریان مالی حاصل تفاوت بین جریان ورودی و جریان خروجی از پروژه است . هر فرصت سرمایه گذاری می تواند بوسیله ی جریان های مالی که تولید می کند ، توصیف گردد [1]. درجه اطمینان و قطعیت مربوط به جریان مالی، ریسک وابسته به فرصت سرمایه گذاری را تعیین می کند.



$$E_i = e \left[\epsilon A_j \prod_{k=0}^j (1 + \theta_k) + (1 - e) A_j (1 + r)^{c-j+1} \prod_{k=0}^j (1 + \theta_k) \right] \quad (6)$$

E_i = پروفیل دارایی در سال i ام ساخت $j = 1, 2, \dots, c$
 پس از اتمام ساخت، درآمد حاصل از فروش برق در طول دوره بهره برداری (m)، حاصل می شود که برای پروژه نیروگاهی BOT، m به میزان ثابت ۲۰ سال فرض می شود. جریان سالانه خالص در دسترس با ارزش فعلی (NCA) طبق رابطه زیر تخمین زده میشود:

$$NCA_i = PBIT_i - TAX_i + DEP_i - D_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

$PBIT$ = سود قبل از بهره و مالیات، TAX_i = مالیات،
 DEP_i = استهلاک، D_i = اقساط وام سالیانه برای سال i ام
 نرخ مالیات ۱۱٪ بوده و شامل نرخ اضافی مالیات برای بهره نیز می شود. همانطور که فرض می شود، مالیات بر درآمد و مالیات صنفی وجود ندارد.

$$TAX_i = (PBIT_i - INT_i) \times 0.11 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (8a)$$

INT_i = بهره ای که در سال i ام پرداخت می شود.
 با فرض اقساط مساوی سالانه D_i داریم:

$$D_i = (1 - e) \times TPC \times \frac{r(1 + r)^N}{(1 + r)^N - 1} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (8b)$$

$$DPR_i = D_i \times (1 + r)^{-(N-i+1)} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (8c)$$

DPR_i = اصل وام برای سال i ام، N = دوره پرداخت وام

$$INT_i = D_i - DPR_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (8d)$$

باجگزین کردن رابطه 8b و 8c در 8d نتیجه خواهد شد:

$$INT_i = (1 - e) TPC \times \frac{r(1 + r)^N}{(1 + r)^N - 1} \times [1 - (1 + r)^{-(N-i+1)}] \quad (8e)$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

با جایگزین کردن رابطه 8e در 8a خواهیم داشت:

$$TAX_i = \left\{ PBIT_i - (1 - e) TPC \times \frac{r(1 + r)^N}{(1 + r)^N - 1} \times [1 - (1 + r)^{-(N-i+1)}] \right\} \quad (9)$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

استهلاک یک هزینه غیر نقدی است لذا استهلاک درآمد مالیات پذیر را کاهش می دهد و یک کمک مالیات سالیانه محسوب می گردد، اما به جریان مالی و نقدی ناشی از پروژه منجر نمی شود. رایج ترین روش برای محاسبه استهلاک، استهلاک به روش خطی مستقیم است. در این روش، استهلاک سالانه برابر است با یک نسبت ثابت از سرمایه گذاری اولیه. در این مدل، فرض می شود که TPC کاملاً استهلاک می شود. بنابراین:

۷- قیمت های واحد برق تولیدی روندی نزولی در خلال دوره بازپرداخت وام داشته و بعد از تاریخ پایان بازپرداخت وام یک مقدار ثابت دارند.

۸- استهلاک کامل کل هزینه پروژه (TPC) در خلال دوره بهره برداری ممکن و مجاز می باشد.

چارچوب مدل

در سال ۱۹۹۶ توسط رانا سینقه [۴] مدل ساده شده ای برای محاسبه TPC در پروژه های زیربنایی در کشورهای در حال توسعه ارائه شده است، که سرآغاز مدل مالی ارائه شده در این تحقیق است:

$$TPC = BC + EDC + IDC \quad (1)$$

BC = هزینه پایه پروژه، EDC = هزینه تعدیل در خلال ساخت

IDC = هزینه وام (بهره) در خلال ساخت

$$BC = \sum_{j=1}^c A_j \quad j = 1, 2, \dots, c \quad (2)$$

$$EDC = \sum_{j=1}^c \left[A_j \prod_{k=0}^j (1 + \theta_k) - A_j \right] \quad j = 1, 2, \dots, c \quad (3)$$

A_j = جریان مالی برای سال j ام ساخت، C = دوره ساخت به سال،

$\theta_k = 0$ و θ_k نرخ تعدیل برای سال k ام

(به خاطر اینکه تمامی اقلام به دلار آمریکا هستند، نرخ تعدیل برابر است با نرخ تغییر شاخص قیمت مصرف کننده

در آمریکا (CPI)، لذا نرخ تعدیل پیش بینی شده θ_k

برابر ۴،۱ درصد است.)

$$IDC = (1 - e) \sum_{j=1}^c \left[A_j (1 + r)^{c-j+1} \prod_{k=0}^j (1 + \theta_k) - A_j \prod_{k=0}^j (1 + \theta_k) \right] \quad \text{for } j = 1, 2, \dots, c \quad (4)$$

e = کسر دارایی، G = دوره تنفس وام که برابر C است.

r = نرخ بهره وام

$$TPC = \sum_{j=1}^c A_j \prod_{k=0}^j (1 + \theta_k) + (1 - e) \times \left[\sum_{j=1}^c A_j (1 + r)^{c-j+1} \prod_{k=0}^j (1 + \theta_k) \right] \quad j = 1, 2, \dots, c \quad (5)$$

پروفیل دارایی در خلال ساخت به صورت نسبتی از TPC محاسبه می شود به عبارتی دیگر، IDC و EDC همانند BC ، بین سرمایه گذاران و وام دهنده ها تقسیم می شوند. بنابراین:

$$PBIT_i = U_i P_i - OM_i - \frac{TPC}{m} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (13a)$$

با جایگزینی رابطه ۱۰ و 12a در رابطه ۱۱ ،
متعاقباً داریم :

-e) TPC x

$$\text{for } i = 1, 2, \dots, m \quad (13b)$$

توجه دارندگان دارایی متمرکز است بر معیارهای مالی اصلی پروژه ، یعنی نرخ بازگشت داخلی (IRR) و ارزش خالص کنونی (NPV). NPV از نظر دارندگان دارایی برابر است با :

$$NPV = - \sum_{j=1}^c \frac{E_j}{(1+d)^{j-1}} + \sum_{i=1}^m \frac{NCA_i}{(1+d)^{i+c}}$$

$$(14) i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, c$$

m = دوره باز پرداخت ؛ C = دوره ساخت ؛ E_j = پروفیل دارایی در سال آم ساخت ؛ NCA_i = گردش مالی خالص سالیانه در دسترس در سال j ام بهره برداری ؛ d = نرخ تنزیل

برای محاسبه ارزش کنونی یک پروژه سرمایه گذاری ، جریان های مالی آتی مورد انتظار را با نرخ بازده پیشنهادی گزینه های سرمایه گذاری قابل مقایسه تنزیل می کنیم . از این نرخ بازگشت غالباً تحت عنوان نرخ تنزیل، هزینه فرصت یا هزینه سرمایه یاد می شود . این نرخ بازگشت مقدار صرف نظر شده با سرمایه گذاری در پروژه ، نسبت به سرمایه گذاری در اوراق بهادار و بازار سرمایه است.

انتخاب نرخ تنزیل یکی از بخش های مهم و حیاتی تحلیل اقتصاد مهندسی است [۵]. ژنگ و بیرج بیان داشته اند که " قیمت ریسک در بازار ، حق بیمه ای است که سرمایه گذاران بایستی علاوه بر نرخ بدون ریسک برای جبران خسارت ناشی از بازار ریسکی دریافت کنند [۶]. از آنجا که سرمایه گذاری و در آمد به دلار آمریکا است لذا نرخ ۱۲ درصد به عنوان نرخ تنزیل ، در پروژه های BOT از نقطه نظر دارندگان دارایی پذیرفته شده است (اوراق قرضه آمریکایی ۹ درصد در سال نرخ بهره دارند ، بنابراین نرخ پوشش ریسک ۳ درصد به طور سالانه می باشد).

معیار اصلی وام دهنده برای امکان پذیری مالی پروژه نرخ پوشش اصل و فرع وام ، DSCR ، یا نسبت سالیانه نقدینگی در دسترس به کل اصل و فرع وام سالیانه است . که به صورت زیر محاسبه می شود:

$$R_i = \frac{PBIT_i + DEP_i - TAX_i}{D_i} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (15a)$$

$$DEP_i = \frac{TPC}{m} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

$$PBIT_i = R_i - OM_i - DEP_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

R_i = درآمد سالانه ، OM_i = هزینه بهره برداری و تعمیرات سالیانه

$$R_i = U_i P_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (12a)$$

U_i = قیمت واحد برق به (UScent/kwh) (که قیمت فروش برق شرکت پروژه به وزارت نیرو می باشد) ، P_i = تولید خالص انرژی سالانه (kwh) که در مطالعه امکان سنجی تخمین زده می شود.

در قرارداد خرید برق ، این مقدار پایه ی پرداخت خواهد بود ، صرف نظر از آنکه این سطح از تولید انرژی محقق می شود یا خیر . برای قیمت واحد برق دو مقدار وجود دارد، یکی قیمتی که در طول دوره بازپرداخت وام لحاظ می گردد و دیگری قیمت بعد از دوره بازپرداخت وام .

برای استفاده از تعرفه های متفاوت برای سالهای مختلف ، برای سادگی محاسبات در این مدل تابع نزولی زیر را در طول دوره بازپرداخت وام فرض کرده ایم :

$$U_i = U_1 \times 0.95^{(i-1)} \quad i \leq N \quad (12b)$$

$$U_i = U_2 \quad i > N \quad (12c)$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

U₁ = بالاترین تعرفه برق برای سال اول قرارداد ،

U₂ = پایین ترین تعرفه برق برای آخرین سال قرارداد (بر اساس شرایط امکان پذیری مالی پروژه تعریف می شود) .

بنابراین :

$$U_{av} = \frac{\sum_{i=1}^m U_i}{m} = \frac{U_1 \times \sum_{i=1}^N 0.95^{(i-1)} + U_2 \times (m-N)}{m} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (12d)$$

باتوجه به آنکه در انتهای قرارداد PBIT_i ≥ 0 لذا داریم :

$$(P_{20} \times U_2 - OM_{20} - DEP_{20}) = 0$$

$$U_2 = \frac{OM_{20} + DEP_{20}}{P_{20}} \quad (12e)$$

بنابراین بالاترین تعرفه U₁ برابر خواهد بود با :

$$U_1 = \frac{U_{av} \times m + U_2 \times (m-N)}{\sum_{i=1}^N 0.95^{(i-1)}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (12f)$$

هزینه تعمیرات و بهره برداری (OM) شامل هزینه قطعات یدکی و مواد اولیه ، حقوق پرسنل، هزینه های غیر مستقیم و هزینه بیمه می شود . هزینه OM تابعی است از هزینه های الکترومکانیکال (EMC) پروژه . در عمل مشاهده شده است که OM معمولاً در حدود ۳ تا ۴٪ EMC است .



بنابراین خواهیم داشت :

$$DSCR_i = \frac{0.89(U_i P_i - OM_i) + 0.11 \times \left(\frac{TPC}{m} + (1 - e) TPC \times \frac{r(1+r)^N}{(1+r)^N - 1} \times [1 - (1+r)^{-(N-i+1)}] \right)}{(1 - e) TPC \times \frac{r(1+r)^N}{(1+r)^N - 1}} \quad i = 1, 2, \dots, m(15b)$$

صورت برخی از مشکلات مالی متوجه وزرات نیرو خواهد شد. واضح است که خرید برق با نرخ بالاتر نسبت به قیمت ارائه شده به مشتری نهایی، نیاز به منابع اضافی سرمایه برای جبران این ضرر خواهد داشت. لذا این ضرر برای بودجه دولت هزینه ای سربار خواهد شد. بنابراین، حد بالایی U_1 بایستی کمتر از بالاترین تعرفه برای مصرف کننده نهایی، به عبارتی $U_1 \leq 10$ سنت بر کیلو وات ساعت باشد.

این راه حل، راه حلی برنده-برنده برای پروژه های نیروگاهی BOT است یعنی یافتن سطح بهینه دارایی ای که IRR دارندگان دارایی را حداکثر کند بدون اینکه سود بخش های دیگر فدا بشود. در محدودیت های ذکر شده، اولین محدودیت محدودیت قانونی است. دو محدودیت دیگر امکانپذیری مالی پروژه را از نقطه نظر دارندگان دارایی تعیین می کنند. دو محدودیت باقی مانده، محدودیت هایی هستند که برای وام دهندگان و خریداران محصول ترتیب داده شده اند تا در این معامله احساس راحتی و امنیت کنند.

IRR و DSCR و تعرفه برق عموماً توابع خطی از دارایی نیستند. هرچند آنها می توانند بعنوان توابع خطی از دارایی تا ضریب همبستگی ۰.۹۷ که قابل قبول است، تقریب زده شوند. در نتیجه، مدل برنامه ریزی خطی عبارتست از:

$$\text{Maximize IRR} = f(E) \quad (16) \quad \text{تابع هدف}$$

$$e \geq 0.20 \quad (17) \quad \text{محدودیتها}$$

$$IRR \geq 12 \quad \text{یا} \quad NPV \geq 0 \quad (18)$$

$$\sum_{i=1}^m DSCR_i \geq 1.50 \times m \quad (19)$$

$$U_{av} \leq 5 \frac{\text{cent}}{\text{kwh}} \quad (20)$$

$$U_1 \leq 10 \frac{\text{cent}}{\text{kwh}}$$

فرمول سازی مدل برنامه ریزی خطی

مدل های LP یا برنامه ریزی خطی به طور گسترده در بودجه بندی سرمایه استفاده می شوند. در این جا کاربرد LP با هدف حداکثر کردن IRR است. در این مدل، ساختار بهینه سرمایه ترکیبی از دارایی و بدهی است که IRR را از نقطه نظر دارندگان دارایی حداکثر می کند، البته همراه با فرض محدودیت های زیر:

(۱) حداقل مجاز مقدار دارایی ۲۰٪ است. (طبق قانون اجرایی روش BOT در کشور مربوط به مطالعه موردی).

(۲) PBIT بایستی همیشه بالاتر از صفر باشد، آن هم به دلیل قابلیت سود دهی پروژه.

(۳) IRR بایستی بیشتر از نرخ تنزیل باشد، به عبارتی NPV بایستی بزرگتر از صفر باشد

(۴) میانگین DSCR بایستی حداقل برابر ۱.۵ باشد. در منابع بیان شده است که DSCR در بازه ۱.۱ تا ۱.۲۵ قابل پذیرش توسط بانک است و این کمیت بین ۱.۳ تا ۱.۵ رضایتبخش است و بیش از ۱.۵ مرجح است [7]. بررسی ها نشان داده که حداقل میانگین DSCR مرجح بوسیله مسئولان مالی بین المللی برابر ۱.۵ است.

(۵) فرض می شود تعرفه متوسط برق، نبایستی بیشتر از ۵ سنت بر کیلو وات ساعت باشد و حداکثر تعرفه بایستی کمتر یا برابر ۱۰ سنت بر کیلو وات ساعت باشد، طوریکه این مقدار حد بالایی اقتصادی قیمت خرید برای وزارت نیرو، بدون تأمین مالی اضافی است. قیمت واحد برق در کشورهای پیشرفته بطور متوسط ۷ تا ۸ سنت بر کیلو وات ساعت است. بر طبق تحقیقات اخیر، تلفات نیرو در خلال توزیع به حدود ۲۰٪ می تواند دست پیدا کند. برای مقایسه، میانگین نرخ تلفات در جهان ۱۰٪ است. به طور تقریبی ۳۰٪ از قیمت واحد، سود و هزینه عمومی برای وزارت نیرو است. برای توسعه پروژه های BOT، دولت سیاست پذیرش تعرفه های بالا را برای کمک به توسعه را اتخاذ کرده است. هرچند واضح است که اکنون بایستی یک حد بالایی U_1 وجود داشته باشد برای اینکه درگیر این

حل مسئله با استفاده از توابع داخلی اکسل و الگوریتمی تکراری انجام می گیرد .

در نهایت با استفاده از برنامه ی ساخته شده ، مسئله LP حل گردیده ، و سطح دارایی بهینه و به عبارتی ساختار سرمایه بهینه تعیین می گردد . بر اساس نتیجه بدست آمده ، مدیران تصمیم گیر می توانند تصمیم بگیرند که آیا با تأمین مالی موجود پیش بروند یا سرمایه گذاران جدیدی را برای بالا بردن سطح دارایی شریک کنند و یا روش های تأمین مالی دیگری را برای دست یافتن به ساختار بهینه سرمایه ، بلافاصله بعد از مطالعه امکان سنجی ، بکار بگیرند.

از این رو این مدل کمک شایانی برای صاحبان پروژه در آغاز مذاکره با حامیان مالی بالقوه آن چون مؤسسات مالی ، در هر دو موضوع زمان و پول است.

مطالعه موردی

این بخش کاربرد برنامه کاربردی ایجاد شده را برای یک پروژه واقعی نشان می دهد . پروژه در مرحله انعقاد قرارداد بوده ، از این رو ، نتایج می تواند مورد مقایسه قرارگیرد . مکان اجرای پروژه در کشور ترکیه می باشد و نام آن برای احتیاط اعلام نگردیده است . هزینه پایه پروژه ۹۵۳۷۰۰۰۰ دلار، هزینه کارهای عمرانی ۱۳۲۵۶۵۰۰۰ دلار و هزینه های الکترومکانیکال ۲۶۳۳۳۰۰۰ دلار، شامل

برای بدست آوردن داده های لازم برای مسئله LP ، و متعاقباً حل آن از کاربرد ماکرو ها و توابع داخلی و مدول VBA موجود در نرم افزار EXCEL استفاده گردیده است . در این مدل لینک هایی بین داده های ورودی و مدل مالی و مدل LP ، بر قرار شده است .

پس از تکمیل داده های ورودی ، برنامه مدل مالی را ایجاد کرده، تابع هدف و محدودیت های مسئله LP را فرموله می کند و متعاقب آن مسئله LP را حل می کند .

داده های ورودی و نحوه کارکرد مدل

داده های ورودی مدل عبارتند از :

- (۱) هزینه پایه برآورد شده:
 - (a) کارهای عمرانی
 - (b) کارهای الکترومکانیکال
 - (c) ایجاد خطوط ارتباطی به شبکه انتقالات اصلی
 - (d) سایر هزینه ها شامل مهندسی ، بیمه ، هزینه های تملک و غیره
 - (۲) دوره ساخت و پروفیل گردش مالی
 - (a) دوره ساخت به سال C
 - (b) پروفیل گردش مالی در طول دوره ساخت (بصورت درصدی از BC برای هر سال)
 - (۳) شرایط وام
 - (a) دوره بازپرداخت وام (N , YEAR)
 - (b) نرخ بهره وام (r %)
 - (۴) بهره برداری
 - (a) تولید سالیانه برآورد (P_i, GWH)
 - (b) متوسط قیمت واحد برق (CENT/KWH) ، این پارامتر برای بردن مناقصه اهمیت بسیار دارد.
- مطابق ورودی های بالا ، برنامه به طور خودکار به تغییر نسبت بدهی به دارایی می پردازد .

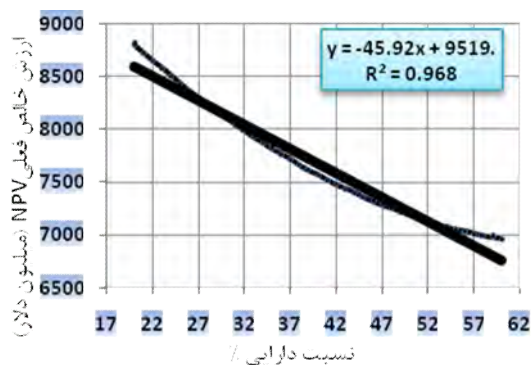
با استفاده از رابطه U_2 ، U_1 سپس و نیز TPC ، NPV ، IRR و DSCR برای هرکدام از نسبت های بدهی به دارایی محاسبه می گردند و نمودار متناظر با آنها به عنوان توابعی خطی از دارایی ترسیم می شود . دارایی ورودی در طول دوره ساخت با علامت منفی و سود با علامت مثبت در معادله ی محاسبه IRR وارد می گردد .

جدول ۱. داده های ورودی به برنامه

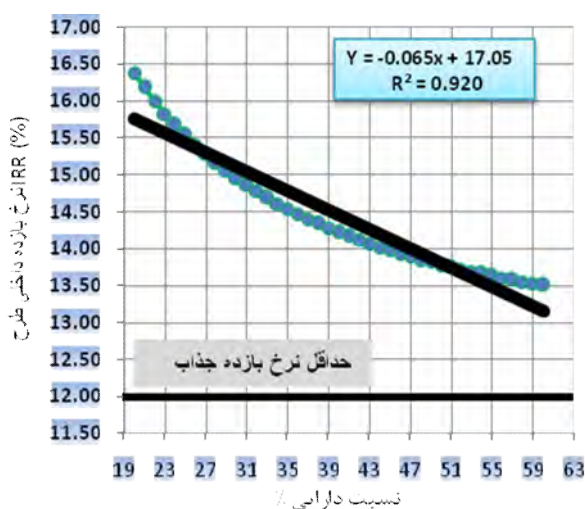
داده های اولیه		
گیگا وات	۴۰۵/۸	تولید خالص انرژی سالیانه
کیلووات	۴/۷۵	میانگین قیمت واحد انرژی
درصد	۳	سهم هزینه بهره برداری و
سال	۴	طول دوره ساخت
سال	۲۰	طول دوره بهره برداری
درصد	۱۱	مالیات سالانه
سال	۲۰	طول دوره استهلاك سرمایه
درصد	۴	هزینه تعمیرات و بهره (درصد از هزینه الکترو مکانیکی)
درصد	۴/۱	نرخ تعدیل
درصد	۱۲	نرخ تنزیل
هزینه های طرح		
میلیون ریال	۹۵۳۷۰	کارهای عمرانی
میلیون ریال	۲۶۳۳۳	کارهای الکترومکانیکی
میلیون ریال	۳۰۹۲	خطوط انتقال
میلیون ریال	۱۲۴۷۹۵	مجموع هزینه های سخت
میلیون ریال	۷۷۷۰	هزینه های جانبی
میلیون ریال	۱۳۲۵۶۵	هزینه پایه پروژه



وام		
سال	۱۰	دوره بازپرداخت وام
درصد	۱۰	نرخ سود
سال	۲۰	طول دوره بهره برداری



درنهایت TPC، NPV، IRR، DSCR به عنوان تابعی از سطح دارایی در نمودارهای ۱ و ۲ و ۳ و ۴ ترسیم گردیده اند. معادله خطی متناظر و مربع های ضریب همبستگی R^2 در نمودارها آورده شده اند.

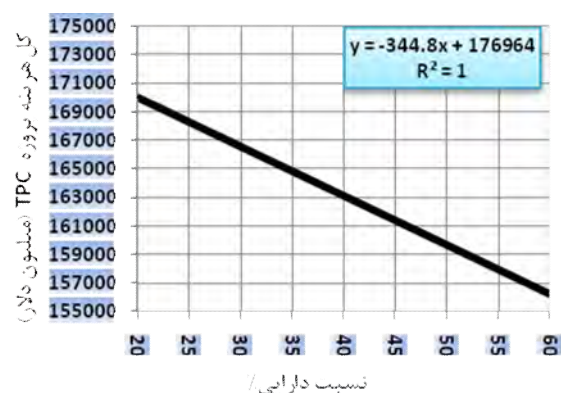


گردش مالی دوره ساخت			
سال	درصد پیشرفت	۱۶۵۷۰/۶	۱۲/۵۰٪
۱ سال	درصد پیشرفت	۳۶۴۵۵/۴	۲۷/۵۰٪
۲ سال	درصد پیشرفت	۳۹۷۶۹/۵	۳۰٪
۳ سال	درصد پیشرفت	۳۹۷۶۹/۵	۳۰٪
۴ سال	درصد پیشرفت	.	
۵ سال	درصد پیشرفت	.	
۶ سال	درصد پیشرفت	.	
۷ سال	درصد پیشرفت	.	
۸ سال	درصد پیشرفت	.	
	جمع	۱۳۲۵۶۵	۱۰۰٪

ضریب احتیاطی ۱۰ درصد برای کارهای عمرانی و ۵ درصد برای هزینه های الکترومکانیکال می باشد. همچنین هزینه اتصالات به شبکه خطوط انتقال ۳۰۹۲۰۰۰ دلار و سایر هزینه ها شامل مهندسی، بیمه، تملک، و هزینه سرمایه در گردش ۷۷۷۰۰۰۰ دلار می باشد. دوره ساخت در حدود ۴ سال تخمین زده می شود.

طبق برنامه ریزی ۱۲٫۵ درصد از کل کارهای ساخت در اولین سال و ۲۷٫۵ و ۳۰ و ۳۰ درصد در سالهای بعدی کامل می شود. برطبق گزارش توجیه اقتصادی، تولید انرژی خالص سالانه ۴۰۵٫۸ گیگاوات ساعت است. برای بردن مناقصه میانگین قیمت واحد الکتریسیته ۴٫۷۵ CENT/KWH پیش بینی می شود.

ساختار بهینه سرمایه پروژه با استفاده از داده های ورودی پیش بینی شده تعیین می شود. داده های ورودی برای نمونه پایه در جدول (۱) نشان داده شده است. پس از تکمیل داده های ورودی، تعرفه های حداکثر و حداقل و مقادیر TPC، NPV، IRR، DSCR، برای تمام نسبت های بدهی به دارایی ۸۰ به ۲۰ تا نسبت بدهی به دارایی ۴۰ به ۶۰ محاسبه می گردند.





(E سطح دارایی به صورت درصدی از TPC)

این مدل بطور خودکار برای حل مسئله LP از برنامه تحت اکسل استفاده می کند . نتیجه حل مسئله LP در جدول ۲ برای مقایسه با نتایج مدل مالی آمده است . متعاقباً برای این پروژه خاص ، سطح دارایی در بافت بهینه سرمایه ۳۱٫۶۹ درصد است . تفاوت های اندکی بین IRR ، NPV ، DSCR محاسبه شده بوسیله مدل مالی و مدل برنامه ریزی خطی بخاطر تقریب خطی وجود دارد که قابل اغماض است.

جدول ۲ . نتایج مدل برنامه ریزی خطی و مدل مالی

مدل	دارایی %	IRR %	NPV(1000US\$)	DSCR
LP	31.69	14.94	7888	1.5
مدل مالی	31.69	14.74	7810	1.47

از نتایج می توان نتیجه گیری کرد که محدودیت اصلی در ساختار بهینه سرمایه DSCR است .

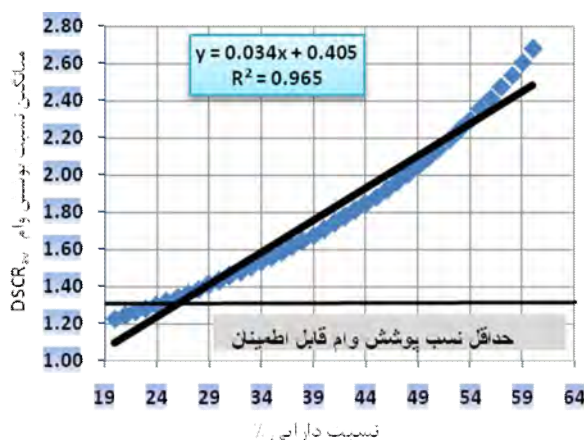
بنابراین با کاهش DSCR که در صورت بهبود اعتبار سیاسی و اقتصادی کشور مطبوع اتفاق می افتد ، ساختار بهینه سرمایه در سطوح پایین تر دارایی میسر می باشد . (جدول ۳)

جدول ۳ . محدودیت DSCR میانگین و ساختار بهینه سرمایه

میانگین DSCR	سطح بهینه دارایی	IRR
1.5	31.69	14.94
1.45	30.24	15.03
1.4	28.8	15.13
1.35	27.35	15.22
1.3	25.91	15.31
1.25	24.46	15.41

نتیجه گیری

در این تحقیق برنامه ای کاربردی برای تصمیم گیرندگان به وجود آمده است . این برنامه از نقطه نظر دارنده دارایی که اغلب پیمانکار است پروژه پیشنهادی را ارزیابی می کند . این برنامه به تصمیم گیرندگان امکان می دهد تا تحت شرایط گوناگون در مدتی کوتاه ساختار بهینه سرمایه را بدانند و با توجه به آن در رساندن شرایط موجود به شرایط ایده آل تصمیم بگیرند .



نمودار ۴ . DSCR_{av} به عنوان تابعی از درصد دارایی

همانطور که انتظار می رفت ، TPC تابعی خطی با شیب منفی از دارایی است ، زیرا وام و بدهی کمتر در بافت سرمایه منتج به بهره کمتر در طول دوره ساخت می گردد و نتیجتاً TPC روندی نزولی با افزایش دارایی خواهد داشت . این نتیجه یکی از دلایل طرفداری دولت از سطح دارایی بالا است .

با نرخ تنزیل ۱۲٪ ، NPV نیز تابعی نزولی از دارایی است ، از طرفی برای این نمونه خاص برای تمام سطوح دارایی مقداری مثبت دارد . از این رو این محدودیت برای ساختار بهینه سرمایه محدودیتی بحرانی نمی باشد .

IRR نیز تابعی نزولی از دارایی است . به همین دلیل است که حامی مالی پروژه تمایل دارد دارایی در حداقل ممکن باشد تا نرخ بازده داخلی پروژه حداکثر گردد .

تنها تابع صعودی از دارایی DSCR_{av} است . هر قدر که دارایی افزایش می یابد ، هزینه تعهد وام کاهش می یابد ، بنابراین DSCR_{av} افزایش می یابد .

بنابراین تقاضای میزان بالای DSCR_{av} توسط وام دهندگان منجر به سطح دارایی بالاتر برای پروژه می گردد . نتیجتاً مدل LP حاصل عبارت است از :

$$\begin{aligned} \text{هدف تابع: } & \text{Maximize IRR} = f(E) = -0.065E + 16.992 \\ & E \geq 20 \\ & -46.93E + 9375.87 \geq 0 \\ & 0.035E + 0.404 \geq 1.5 \end{aligned}$$



فهرست مراجع

- 1 - Marshall, J. F., and Bansal, V. K. (1992). "Valuation relationships and applications." *Financial engineering*, New York Institute of Finance, Allyn and Bacon Inc., New York, 63-103.
- ۲- Walker, C., and Smith, A. J. (1995). *Privatized infrastructure: The Build Operate Transfer approach*, Thomas Telford, London.
- ۳- Wynant, L. (1980). "Essential elements of project finance," *Harvard Business Rev.*, May-June, 1980, 165-1
- 4 - Ranasinghe, M. (1996). "Total project cost: A simplified model for decision makers." *Constr. Manage. Econom.*, 14, 497-505.
- ۵ - Park, C. S., and Sharp-Bette, G. P. ~1990!. *Advanced engineering economy*, Wiley, New York.
- 6 - Birge, J. R., and Zhang, R. Q. (1999). "Risk-neutral option pricing methods for adjusting constrained cash flows." *Eng. Econom.*, 44(1), 36-49.
- 7 -Koh, B. S., Wang, ShouQing, and Tiong, L. K. R. (1999). "Qualitative development of debt/equity model for BOT infrastructure projects." *Proc., Int. Conf. on Constr. Proc. Reengrg. (CPR-99)*, 501-512.
- ۸- او.تانگ. (۱۹۵۷). "اقتصاد مهندسی" ترجمه بانکی، م. (۱۳۷۹) انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- ۹- سبط، م. شایق، س. "BOT و کاربرد آن در قراردادهای زیربنایی ایران" (۱۳۸۵) انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

برای نمایش قابلیت کاربردی مدل از داده های یک نمونه واقعی استفاده شده است. لازم به ذکر است که نتایج زیر از این مطالعه موردی استخراج شده است.

- همانطور که انتظار می رفت، TPC به عنوان تابعی با شیب منفی از دارایی است، زیرا وام کمتر در ساختار سرمایه، به بهره کمتر در خلال ساخت منتج می گردد، بنابراین TPC تابعی نزولی از دارایی است.
- دارایی بیشتر به هزینه سرمایه گذاری کمتر برای پروژه منتهی می گردد و این یکی دلایل تمایل دولت به سطح دارایی بالا است.
- با نرخ تنزیل ۱۲٪، NPV تابعی نزولی از دارایی همراه با مقدار مثبت برای تمام سطوح دارایی است. لذا از این رو NPV محدودیت بحرانی برای ساختار سرمایه بهینه در این مورد نمی باشد.
- نرخ بازده داخلی IRR تابعی نزولی از دارایی است و به همین دلیل است که حامی مالی پروژه تمایل به نگه داشتن سطح دارایی در حداقل ممکن دارد.
- تنها تابع صعودی از دارایی نرخ پوشش خدمت وام DSCR است. هر قدر که دارایی افزایش می یابد، میزان تعهد وام (التزام وام) کاهش می یابد، از این رو $DSCR_{av}$ افزایش می یابد. بنابراین تقاضای $DSCR_{av}$ بالا توسط وام دهندگان به سطح دارایی بالاتر در پروژه منجر می شود.

همچنین این نتیجه حاصل می شود که محدودیت اصلی برای ساختار بهینه سرمایه DSCR است. بنابراین با کاهش DSCR که در صورت بهبود اعتبار سیاسی و اقتصادی کشور مطبوع اتفاق می افتد، ساختار بهینه سرمایه در سطوح پایین تر دارایی میسر می باشد.