



## بررسی برقرسانی به صنایع از طریق نیروگاههای اختصاصی با اتصال به شبکه سراسری

مسعود اطمینان

مركز مهندسی صنایع ایران - بانک صنعت و معدن

قدرت الله حیدری

شرکت توانیر

چکیده :

=====

بنظر میرسد در صورتیکه يك واحد صنعتی، انرژی الکتریکی مورد نیاز خود را از طریق شبکه سراسری وزارت نیرو تامین نماید، علاوه بر حصول قابلیت اعتماد به يك شبکه پرفریت و مطمئن، نیاز به سرمایه گذاری کمتری در مقایسه با احداث نیروگاه اختصاصی دارد. همین نکته باعث میشود که اکثر کارخانجات بزرگ عملاً " بررسی جامعی را جهت تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز خود انجام ندهند که این خود چه بسا موجب افزایش سرمایه گذاری کارخانه و افزایش قیمت تمام شده تولیدات صنعتی گردد.

در این مقاله روش مناسبی جهت مقایسه و تامین بهینه انرژی الکتریکی مورد نیاز صنایع از

طریق احداث نیروگاه اختصاصی و یا اتصال به شبکه سراسری کشور انجام میگردد.

شرح مقاله :

=====

امروزه کمتر صنعتی رامیتوان یافت که به انرژی الکتریکی بی نیاز باشد. بهین دلیل در مرحله طراحی یکی از پارامترهای بسیار مهم و اساسی که در تداوم بهره برداری کارخانه نقش اساسی را ایفا خواهد کرد و باید بآن توجه گردد، تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز میباشد. گرچه بهای انرژی الکتریکی مصرفی هر واحد صنعتی، در مد اندکی از هزینه های جاری آنرا

تشکیل میدهد ولی تامین ویاتولیدبرق مصرفی همان کارخانه، نیاز به سرمایه‌گذاری زیادی دارد.

## ۱- روش تامین انرژی الکتریکی :

برای تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز کارخانجات صنعتی دوروش کلی زیر وجود دارد.

- تولید برق از طریق احداث نیروگاه اختصاصی

- تامین انرژی الکتریکی از طریق اتصال به شبکه سراسری

گرچه میتوان در بعضی موارد از تلفیق دوروش فوق نیز انرژی مورد نیاز کارخانه را تامین نمود

ولی بطور کلی تامین انرژی الکتریکی به حال خارج از این دوروش نخواهد بود.

برای روشن شدن اینکه کدامیک از دوروش فوق الذکر در تامین انرژی الکتریکی واحدهای صنعتی ارجح

خواهد بود، مزایا و معایب هر یک از روش‌ها مورد بررسی قرار میگیرد. مسلم است که برای مقایسه هر

یک از روش‌های تامین انرژی الکتریکی برای یک واحد صنعتی بایستی در هر مورد بررسی فنی و اقتصادی

بعمل آمده و نتایج بایکدیگر مقایسه شود.

در این مقاله هر کدام از روش‌های فوق الذکر مورد بررسی قرار میگیرد در نهایت تصمیم‌گیری لازم

انجام خواهد شد.

## ۲- خرید از وزارت نیرو :

در صورتیکه مشترک بخواهد انرژی الکتریکی مورد نیاز خود را از وزارت نیرو خریداری نماید

باید هزینه زیر را بپردازد.

- هزینه مربوط به احداث شبکه شامل خطوط انتقال و پست‌ها ( در صورت نیاز )

- هزینه انشعاب

- هزینه انرژی و دیماند مصرفی

۲-۱- هزینه مربوط به احداث شبکه : در صورتیکه مصرف‌کننده دوراز شبکه‌های موجود وزارت نیرو باشد

باید هزینه مربوط به احداث شبکه‌ها و پست‌های مورد نیاز را پرداخت نماید. این قسمت از هزینه‌ها

متناسب است با دیماند مصرف، ولتاژ، انتقال و فاصله آن تا شبکه‌های موجود وزارت نیرو.

۲-۲- هزینه انشعاب : بر اساس تعرفه‌های موجود هزینه انشعاب بصورت زیر میباشد.

- بابت ۳۰۰۰ کیلووات اول مقطوعاً " ۶۳ میلیون ریال و مازاد بر آن بشرح زیر میباشد.

- در صورتیکه ولتاژ تحویلی ۱۱ و ۲۰ کیلوولت باشد، ۴۴۰۰۰ ریال به ازاء هر کیلووات
- در صورتیکه ولتاژ تحویلی ۳۳ کیلوولت باشد، ۴۲۰۰۰ ریال به ازاء هر کیلووات
- در صورتیکه ولتاژ تحویلی ۶۳ کیلوولت باشد، ۴۰۰۰۰ ریال به ازاء هر کیلووات
- در صورتیکه ولتاژ تحویلی ۱۳۲ کیلوولت باشد، ۳۸۰۰۰ ریال به ازاء هر کیلووات
- در صورتیکه ولتاژ تحویلی ۲۳۰ کیلوولت باشد، ۳۶۰۰۰ ریال به ازاء هر کیلووات
- در صورتیکه دیماند مشترکی  $D$  کیلووات باشد بطور متوسط باید هزینه ذیل را بپردازد

$$CC = D \cdot cc \quad (1)$$

CC- هزینه انشعاب

D- دیماند

cc- هزینه دیماند هر کیلووات

۱-۳- هزینه انرژی: پس از اتمال به شبکه مشترک باید هر ماهه مبالغی را بعنوان صورتحساب دیماند

و انرژی پرداخت نماید که روش محاسبه صورتحساب ماهیانه بصورت زیر میباشد

$$MB = E \times C_E + D \times C_D \quad (2)$$

$$E = T \cdot D \cdot L_f \quad (2)$$

MB - صورتحساب ماهیانه

D - دیماند مصرف - کیلووات

$L_f$  - ضریب بار

$C_D$  - قیمت هر کیلووات دیماند که برابر ۴۸۰ ریال میباشد

$C_E$  - هزینه هر کیلووات ساعت انرژی که حدود ۷ ریال میباشد

براین مینا مبالغ پرداختی سالیانه برابر است با

$$AB = 12 \times MB \quad (4)$$

ارزش حال این هزینه در طول  $n$  سال برابر است با

$$PVB = AB \times E_f \quad (5)$$

$$E_f = \frac{(1+z)^n - 1}{z(1+z)^n} \quad (6)$$

که :

z - تفاضل بهره و تورم سالیانه

n - دوره مورد مطالعه ، سال

۱-۴ جمع هزینه : با توجه به اینکه هزینه‌های مربوط به احداث پست و خط (هزینه بخش ۱-۱) بدون مشخص شدن مکان کارخانه نمیتواند محاسبه گردد لذا در این قسمت از آن صرف نظر میگردد (ولسی باید توجه داشت که این هزینه بخش عمده‌ای را ممکن است شامل گردد) ، براین مبنا جمع ارزش حال هزینه‌ها برابر است با :

$$PVT = PVB + CC + TS \quad (7)$$

که :

PVT - جمع ارزش حال هزینه‌ها

PVB - جمع ارزش حال صورت حساب

CC - هزینه انشعاب

TS - سرمایه‌گذاری مربوط به خطوط انتقال و پست‌ها

## ۲-۱-۱ احداث نیروگاه اختصاصی :

در صورتیکه نیروگاه اختصاصی احداث گردد باید دو نوع هزینه زیر صرف گردد.

- سرمایه خرید نیروگاه اختصاصی

- هزینه جاری نیروگاه

۲-۱-۲ سرمایه‌گذاری خرید نیروگاه : سرمایه‌گذاری نیروگاه بستگی به نوع نیروگاه ، ظرفیت و تعداد آن

دارد ، مسلماً " در صورتیکه کارخانه تنها وابسته به نیروگاه اختصاصی باشد باید ظرفیت آن بیش

از دیداند مورد نیاز باشد و علاوه بر آن پارامترهای زیر نیز باید در انتخاب ظرفیت دخالت داده شود .

- ضریب کاهش توان در محل ( با توجه به درجه حرارت و ارتفاع محیط )

- ظرفیت ذخیره

با توجه به موارد فوق باید ظرفیت نیروگاه مشخص گردد که خود نیاز به مطالعه جداگانه‌ای است . حال

اگر توان اسمی نیروگاه را با P نشان دهیم ، سرمایه‌گذاری این بخش برابر است با :

$$INV = P \cdot C_p \quad (8)$$

INV - سرمایه‌گذاری مورد نیاز نیروگاه

P - قدرت اسمی نیروگاه

$C_p$  - قیمت هر کیلووات اسمی نیروگاه

۲-۲- هزینه تولید انرژی - بدون شك برای بهره‌برداری از نیروگاه لازم است هزینه‌های زیر بررسی گردد.

- هزینه سوخت

- هزینه نگهداری

- هزینه تعمیرات

- هزینه پرسنل

- هزینه‌های متفرقه

باتوجه به اینکه قیمت تمام شده انرژی نیز خودبه پارامترهای وسیع و زیادی وابسته می‌باشد لذا در این قسمت قیمت تمام شده را با  $C_E'$  نشان می‌دهیم. در این حالت نیز برای تولید انرژی مورد نیاز ماهیانه E باید هزینه‌ای زیر پرداخت گردد (در این حالت E معادل انرژی خریداری شده از وزارت منظور میگردد، مسلماً "انرژی تولیدی در نیروگاه بیش از این مقدار می‌باشد) برای مینا ارزش حال این هزینه‌ها برابر است با :

$$PVE' = 12 E \cdot C_E' \quad (9)$$

که :

E - انرژی ماهیانه

$C_E'$  - قیمت تمام شده انرژی در نیروگاه اختصاصی

۲-۳- ارزش حال هزینه‌کسل : باتوجه به روابط (۸) و (۹) ارزش حال هزینه این حالت بصورت زیر میتواند محاسبه گردد.

$$PVT = PVE' + INV \quad (10)$$

۳- مقایسه :

برای مقایسه دو حالت فوق‌الذکر جمع ارزش حال هزینه‌های حالت اول که دارای هزینه‌های

مشخص تری می‌باشند محاسبه میگردد و سپس با ادللاع از آن مقایسه انجام میگردد.

### ۱-۳- اتصال به شبکه وزارت نیرو : در صورت خرید برق از وزارت نیرو همانطوریکه قبلاً " اشاره

گردید جمع ارزش حال هزینه ها از رابطه (۷) بدست میآید .

برای محاسبه اطلاعات زیر که مشخصات جدید وزارت نیرو میباشد استفاده گردید .

- هزینه انشعاب طبق بند (۱-۲)

- هزینه دیماندر هر کیلووات ۴۸۰ ریال

- هزینه انرژی هر کیلووات ساعت ۷ ریال .

ضمناً " باتوجه به اینکه عمر زمان تاسیسات حدود ۳۰ سال میباشد در این مقایسه  $n=30$  منظور

گردید و در محاسبات اقتصادی تفاضل بهره و تورم ۸ درصد که معادل تفاضل بهره و تورم در کشورهای

صنعتی است منظور گردید .

ضمناً " این مقایسه برای یک کارخانه بادیماندر ۲۰۰۰ کیلووات و ضریب بار  $0/6$  انجام میگردد و فرض

براین است که هیچگونه سرمایه گذاری جهت خطوط انتقال و پست به آن تعلق نگیرد براین مبنا

داریم :

- هزینه اتصال به شبکه ، ریال  $TS = 0$

- هزینه انشعاب ، ریال  $CC = 80 \times 10^6$

- متوسط انرژی معرفی سالیانه ، میلیون کیلووات ساعت  $E = 10512$   $AE = 12$

- جمع صورتحساب های سالیانه ، ریال  $AB = 85 \times 10^6$

- ارزش حال مجموع صورتحسابها، ریال ( با احتساب ۸ درصد تفاضل بهره و تورم )

$$PVB = 957 \times 10^6$$

- ارزش حال کل هزینه های پرداختی به وزارت نیرو، ریال،  $PVT = 1037 \times 10^6$

- ارزش حال کل هزینه های پرداختی به وزارت نیرو با یکسان فرض کردن بهره و تورم برابر است با :

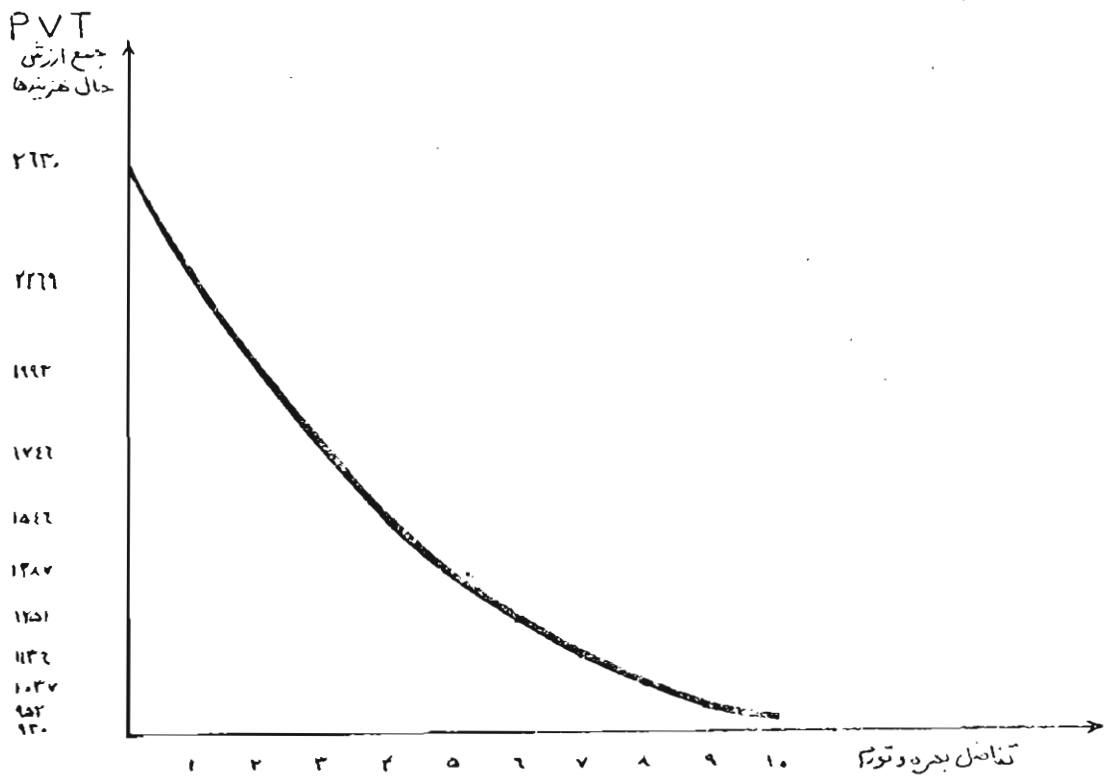
$$PVT = 2630 \times 10^6$$

جدول (۱) و منحنی شکل (۱) تاثیر و تغییرات تفاضل بهره و تورم را در ارزش حال هزینه های

پرداختی به وزارت نیرو نشان میدهد .

ارزش حال سرمایه‌گذاری میلیون ریال	تفاضل بهره و تورم درصد
۲۶۳۰	۰
۲۲۶۹	۱
۱۹۹۳	۲
۱۷۴۶	۳
۱۵۴۶	۴
۱۳۸۷	۵
۱۲۵۱	۶
۱۱۳۶	۷
۱۰۳۷	۸
۹۵۲	۹
۹۳۰	۱۰

جدول (۱) تاثیر تفاضل بهره و تورم در ارزش حال هزینه‌های پرداختی به وزارت نیرو



منحنی (۱) : تغییرات، تفاضل بهره و تورم و ارزش حال سرمایه‌گذاری

۳-۲- تولید اختصاصی : در حالیکه دیماند کارخانه که ۲۰۰۰ کیلووات میباشد با توجه به شیوه‌های

مختلف میتوان ظرفیت مورد نیاز نیروگاه را محاسبه نمود.

که برای یک حالت متعادل فرضیات میتواند اجراء گردد.

- دیماند کارخانه ۲۰۰۰ کیلووات

- ظرفیت نیروگاه ۲۰۰۰ کیلووات

- تعداد واحدها ۳ دستگاه

- نوع نیروگاه دیزلی

در عمل ظرفیت نیروگاه باید بیش از ۲۰۰۰ کیلووات باشد، ولی با توجه به اینکه هدف این مقاله مقایسه دو حالت مختلف میباشد و در حالت اتصال به شبکه وزارت نیرو، صنایع قطعا " دیزل ژنراتور اضطراری خریداری خواهندکرد ( برای حالت قطع برق ) لذا در این حالت، سرمایه‌گذاری ژنراتور ذخیره منظور نگردید.

با توجه به قیمت روز نیروگاه دیزلی که معادل ۴۰۰ دلار هر کیلووات و ۴۰۰۰۰ ریالی میباشد به ارقام ذیل خواهیم رسید.

$$INV = 2000 (400\$ + 40000 \text{ Rial})$$

$$INV = 0/8 \times 10^6 \$ + 80 \times 10^6 \text{ Rial}$$

با توجه به اینکه قیمت انرژی تعرفه‌های وزارت نیرو بر اساس دلار رسمی منظور گردیده است. لذا در این محاسبات نیز باید دلار همان رقم ۷۰ ریال منظور گردد ( چون اگر پایه دلار افزایش یابد مسلما " فروش قیمت انرژی وزارت نیرو نیز افزایش چشمگیر خواهد داشت )

براین مبنا جمع سرمایه‌گذاری این حالت برابر است با

$$INV = 136 \times 10^6 \text{ ریال}$$

۳-۲- قیمت تمام شده انرژی تولیدی در نیروگاه به پارامترهای بسیار متنوعی وابسته است لذا در این مقاله از محاسبه قیمت تمام شده انرژی در نیروگاه خودداری می‌گردد، و فرض میشود اگر هزینه‌های حالت اول و دوم برابر در نظر گرفته شوند تا چه قیمتی از انرژی تولیدی در نیروگاهها مقرون به صرفه است . حال اگر فرض کنیم قیمت فروش انرژی وزارت نیرو با افزایش قیمت دلار ثابت بماند ( که مسلما " چنین نخواهد شد ) ماگزیم مجاز قیمت تمام شده نیروگاه اختصاصی صنایع از جدول ذیل بدست می‌آید . در این جدول تفاضل بهره و تورم سالیانه یکسان فرض شد .



قیمت دلار ریال	ماگزیم قیمت مجاز انرژی تولیدی	سرمایه‌گذاری نیروگاه میلیون ریال	پرداختی به وزارت نیرو میلیون ریال
۲۰	۷/۹۱	۱۳۶	۲۶۳۰
۶۰۰	۶/۵۶	۵۶۰	۲۶۳۰

جدول (۲) : سرمایه‌گذاری نیروگاه باتوجه به تغییرات دلار با احتساب تفاضل بهره و تورم مساوی صفر

منظور از ماگزیم قیمت مجاز انرژی تولیدی که در جدول (۲) منعکس گردید این است که اگر قیمت تمام شده انرژی تولیدی منابع در نیروگاه اختصاصی کمتر از این مقادیر باشد، احداث نیروگاه اختصاصی موجه‌تر از خرید برق از وزارت نیرو می‌باشد.

#### نتیجه :

اصولاً " تصویر این مطلب که همواره خرید برق از وزارت نیرو موجه می‌باشد، ممکن است در بسیاری موارد منافع ملی را دربر نداشته باشد. بررسی انجام شده نشان می‌دهد در برخی موارد که سرمایه‌گذاری مربوط به اتمال کارخانه به شبکه سراسری وزارت نیرو نیازمند احداث خطوط انتقال و پست‌ها می‌باشد ممکن است اقتصادی و موجه نباشد.

در این مقاله ضمن مروری بر روش‌های مقایسه تولید برق در نیروگاه اختصاصی و خرید برق از وزارت نیرو این نتیجه کلی عاید شد که در بسیاری موارد تولید برق در نیروگاه‌های اختصاصی چنانچه از نظر منافع و چه از نظر منافع ملی موجه می‌باشد.

نموده‌های ارائه شده در مقاله بیانگر این واقعیت است که حتی اگر کارخانه نیاز به شبکه انتقال و پست جدید نداشته باشد در بسیاری موارد تولید برق در کارخانه اقتصادی خواهد بود.

البته بطور کلی وقایع نمیتوان در مورد این مطلب تصمیم‌گیری قطعی نمود بلکه هدف اصلی این مقاله ارائه روش روشنی بود که بکمک آن صنایع میتوانند باتوجه به اطلاعات فنی، اقتصادی و فزاینده سیستم اطمینان برق در منطقه در مورد چگونگی تامین انرژی الکتریکی تصمیم‌گیری نمایند.

#### قدردانی :

شایسته میدانم از آقای مهندس قدرت اله حیدری که با همکاری خود اینجانب را در تکمیل این مقاله یاری داده‌اند تشکر و قدردانی نماید.

## منابع :

- ۱- مقررات و شرایط تکمیلی برق - وزارت نیرو
- ۲- تعرفه‌های فروش برق - وزارت نیرو
- ۳- شیوه مناسب برق‌رسانی به صنایع - قدرت اله حیدری-شرکت توانیر
- 4- S. KadkHodazadeh :  
Computer Modeling for Determination of finished price of Energy in  
Gas power plants . IASTED , 1990
- 5- Sh. Bakamali, "Rating models for Electric Energy ", IASTED, 1990