آزاد سازی قدرت نهفته در شبکه‌های توزیع

رحیم سلیمان آذر
شرکت توزیع نیروی برق استان تهران

چکیده :

یکی از معضلات رشد و توسعه صنعتی کشور کمبود و عدم برابری مصرف و تولید انرژی الکتریکی میباشد که در نهایت موجب اعمال خاموشیهای مکرر در شبکه شده است. این در حالی است که فقط در بخش توزیع نزدیک به ۱۳ درصد تلفات انرژی ناشی از علل مختلف وجود دارد. در این مقاله بدون تشریح و پرداختن به این علل به بررسی سهم افت انرژی در اثر نیروی راکتیو که بخش عمده تلفات را به خود اختصاص داده می‌پردازیم ، با در نظر گرفتن این مهم که در حال حاضر میزان عرضه انرژی بمراتب کمتر از میزان تقاضا است و تولید و انتقال و توزیع انرژی نیاز به سرمایه کلانی دارد. همچنین از دیدگاه اقتصاد مهندسی آزادسازی قدرت مستقر در شبکه توزیع برق تهران را مورد تجزیه و تحلیل و ارزیابی قرار داده و در نهایت توصیه‌های ضروری برای بهینه‌سازی شبکه و کاهش افت انرژی و افت ولتاژ ارائه می‌گردد.

شرح مقاله :

بر اساس آمار مستخرجه صنعت برق مربوط به سال ۱۳۶۹ موضوع مقاله "ارزیابی اقتصادی صنعت برق ایران" در هفتمین کنفرانس بین‌المللی برق ، هزینه‌های سرمایه‌گذاری و استهلاک سالیانه برای تولید ، انتقال و توزیع یک

کیلوواتساعت انرژی الکتریکی در طول عمر مفید تأسیسات ، بیش از دو برابر بهای فروش آن میباشد. از طرفی با توجه به گزارش وزیر محترم نیرو به مجلس شورای اسلامی هزینه‌های یک کیلووات برق تا به دست مصرف کننده برسد به ۱۴۰۰ دلار بالغ میگردد. با تأمل و بررسی این ارقام ارزش کاهش هر چه بیشتر تلفات انرژی و آزاد نمودن انرژی غیر فعال در شبکه اهمیت ویژه‌ای پیدا میکند. برای نشان دادن گوشه‌ای از این ارزش نهفته ، در این مقاله شبکه توزیع برق تهران مورد ارزیابی قرار گرفته است. از آمار منتشره برق منطقه‌ای تهران در سال ۱۳۷۰ مقادیر جدول ۱ استخراج شده است.

	شرح	واحد	مقدار
۱	مقدار انرژی خریداری شده	کیلوواتساعت	۱۴۲۱۸۷۱۵۰۰۰
۲	مقدار انرژی فروخته شده	" " "	۱۲۶۶۰۹۶۱۰۰۰
۳	تلفات انرژی	" " "	۱۵۵۷۷۵۴۰۰۰
۴	درصد تلفات انرژی	درصد	۱۰/۹
۵	بهای انرژی خریداری شده	ریال	۳۱۷۶۶۴۸۱۰۰۰
۶	درآمد ناخالص حاصل از فروش	"	۱۲۶۷۳۷۳۲۰۰۰۰
۷	درآمد فروش پس ازکسربهای خرید انرژی	"	۹۴۹۷۰۸۳۹۰۰۰
۸	درآمد متوسط ازفروش یک کیلوواتساعت	"	۷/۵
۹	بهای پرداخت شده برای افت انرژی	"	۳۴۸۰۲۲۷۴۰۰
۱۰	زیان حاصل ازعدم فروش انرژی	"	۱۱۶۸۳۱۵۵۰۰۰
۱۱	کل زیان برق تهران در اثر افت انرژی	"	۱۵۱۶۳۳۸۲۴۰۰

جدول ۱

سهم قدرت راکتیو از این تلفات به شرح زیر تعیین میگردد :

تلفات حاصل از جریان اکتیو $W_P = R.I^2.COS^2\phi$

تلفات حاصل از جریان راکتیو $W_Q = R.I^2.SIN^2\phi$

تلفات کل حاصل از جریان اسمی شبکه $W_S = R.I^2$

نسبت تلفات راکتیو به تلفات کل $\frac{W_Q}{W_S} = SIN^2\phi$

با توجه به میانگین ضریب قدرت ۰/۷۸ شبکه برق تهران که در ساعات و فصول مختلف اندازه‌گیری شده است :

$$\frac{W_Q}{W_S} = 0.39$$

یعنی ۳۹ درصد از تلفات انرژی بعلت نیروی راکتیو شبکه میباشد و رقم ریالی آن عبارت خواهد بود از :

کیلوواتساعت ۰/۳۹ × ۱۵۵۷۷۵۴۰۰۰ = ۶۰۷۵۲۴۰۶۰

ریال ۰/۳۹ × ۳۴۸۰۲۲۷۴۰۰ = ۱۳۵۷۲۸۸۶۸۶

حال اگر ضریب قدرت شبکه اصلاح و به ۰/۹۵ برسد به نتایج زیر خواهیم رسید :

$$\frac{W_Q}{W_S} = ۰/۰۹۷$$

که سهم قدرت راکتیو در تلفات انرژی در اینحالت از ۳۹ درصد به ۹/۷ درصد کاهش پیدا خواهد کرد. دراین حالت وضعیت شبکه در افزایش ضریب قدرت از ۰/۷۸ به ۰/۹۵ به طرز جالبی بهبود مییابد.

میزان افزایش قدرت اسمی شبکه $\frac{COS\phi_2}{COS\phi_1} = \frac{۰/۹۵}{۰/۷۸} = ۱/۲۱۸$

بعبارتی ظرفیت شبکه به مقدار ۲۱/۸ درصد افزایش پیدا میکند و این مقدار افزایش با توجه به قدرت متوسط تحویلی به شبکه برق تهران در سال ۱۳۷۰ که حدود ۲۱۴۰ مگاوات بوده است برابر است با :

$$\text{مگاوات} \quad ۴۶۶ = \frac{۲۱/۸}{۱۰۰} \times ۲۱۴۰$$

و این قدرتی است که در شبکه بطور غیر فعال مستقر بوده و آزاد میگردد. از طرف دیگر تلفات انرژی شبکه نیز کاهش چشمگیری پیدا خواهد کرد که مقدار آن با توجه به اینکه تلفات انرژی با توان ۲ جریان متناسب میباشد عبارت خواهد بود از :

$$\frac{\text{تلفات انرژی در ضریب قدرت } ۰/۷۸}{\text{تلفات انرژی در ضریب قدرت } ۰/۹۵} = \frac{(0.95)^2}{(0.78)^2} = \frac{(COS\phi_2)^2}{(COS\phi_1)^2} = ۱/۴۸$$

یعنی تلفات انرژی در ضریب قدرت ۰/۹۵ به میزان ۴۸ درصد نسبت به وضع موجود کاهش پیدا خواهد کرد.چنانچه ملاحظه میگردد در اصلاح ضریب قدرت از ۰/۷۸ به ۰/۹۵ میتوانیم بدون سرمایه‌گذاری اضافی مقدار نیروی توزیع شده فعلی را به میزان ۴۶۶ مگاوات افزایش داده و یا تلفات انرژی را ۴۸٪ کاهش دهیم. به عبارتی اگر بخواهیم این مقدار از انرژی آزاد شده را در شبکه توزیع به فروش برسانیم تلفات انرژی در سطح فعلی باقیمانده و تغییری پیدا نخواهد کرد ، ولی همانطورکه خواهیم دید توزیع انرژی آزاد شده و صرفه‌جوئی در سرمایه‌گذاری و درآمد حاصله از فروش این انرژی بسیار جالب و قابل توجه است.

محاسبه و مقایسه هزینه‌ها :

اگر هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری و استهلاک تاسیسات در بخش تولید و انتقال و توزیع نیرو را در طول عمر مفید خود برابر با هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری و استهلاک خازنها در طول عمر مفید آن بدانیم (در صورتیکه هزینه‌های فوق در بخش تولید وانتقال و توزیع بمراتب خیلی بیشتر از هزینه‌های بخش خازن میباشد) هزینه‌های سرمایه‌گذاری دراین دو بخش مورد مقایسه قرار میگیرد :

۱- هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای تولید ، انتقال و توزیع ۴۶۶ مگاوات نیروی برق :

۴۶۶۰۰۰ کیلووات × ۱۴۰۰ دلار = ۶۵۲۴۰۰۰۰۰ دلار

۲- بهای یک کیلووار خازن با رگولاتور و کلیه تجهیزات در فشار ضعیف از منابع مختلف حدود ۲۰ دلار برآورد شده است. میزان نیاز شبکه به خازن برای افزایش ضریب قدرت از ۰/۷۸ به ۰/۹۵ با استفاده از جدول ۲ و استخراج فاکتور ۰/۴۷۴ محاسبه میگردد.

۲۱۴۰ مگاوات × ۰/۴۷۴ = ۱۰۱۴ مگاوار

و بهای این مقدار خازن برابر است با :

۱۰۱۴۰۰۰ کیلووار × ۲۰ دلار = ۲۰۲۸۰۰۰۰ دلار

مابه‌التفاوت هزینه‌های سرمایه‌گذاری که صرفه‌جوئی خواهد شد :

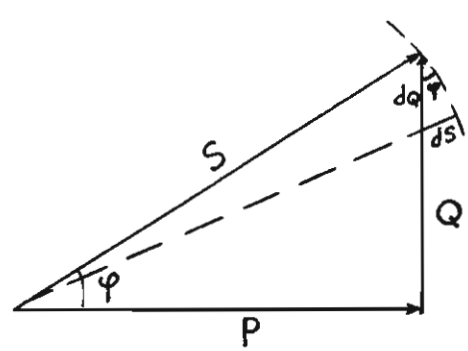
۶۵۲۴۰۰۰۰۰ - ۲۰۲۸۰۰۰۰ = ۶۳۲۱۲۰۰۰۰ دلار

به عبارتی برای تزریق ۴۶۶ مگاوات انرژی به شبکه برق تهران رقمی در حدود ۶۳۲ میلیون دلار صرفه‌جوئی خواهد شد .

<u>چرا ضریب قدرت ۰/۹۵ ؟ :</u>

باید دید تا چه حد سرمایه‌گذاری برای نصب خازن نسبت به سرمایه‌گذاری برای ازدیاد ظرفیت (کیلوولت آمپر) قابل توجیه است :

چنانچه P و Q و S بترتیب نیروی اکتیو ، راکتیو و قدرت اسمی باشند.



$S^2 = P^2 + Q^2$

و چنانچه قدرت اکتیو (P) را ثابت فرض کنیم : $2S.dS = 2Q.dQ$

$$\frac{dS}{dQ} = \frac{Q}{S} = SIN\phi$$ با مشتق گیری از رابطه فوق

$$COS\phi = (1 - SIN^2\phi)]^{\frac{1}{2}}$$

در صورتیکه C قیمت هر کیلووار خازن و Z قیمت تمام شده هر کیلوولت آمپر شبکه باشد :

$$\frac{C}{Z} = \frac{dS}{dQ} = SIN\phi$$

$$COS\phi = [1 - (C/Z)^2]^{\frac{1}{2}}$$

رابطه فوق ضریب اقتصادی برای نصب خازن جهت آزاد شدن کیلوولت آمپرهای مستقر در شبکه است . اگر بهای تولید ، انتقال و توزیع یک کیلوولت آمپر در شبکه با توجه به قیمت ۱۴۰۰ دلار برای یک کیلووات را حدود ۱۰۰۰ دلار منظور نمائیم ، خواهیم داشت : $COS\phi = [1 - (20 / 1000)^2]^{\frac{1}{2}} = 0.9998$

یعنی با توجه به بهای گزاف در بخش تولید و انتقال نسبت به بهای خازن ، افزایش ضریب قدرت تا سر حد یک اقتصادی است. ولی رسیدن به ضریب قدرت یک هر چند که ایده آل و اقتصادی باشد عملا" ممکن نیست و اشکالاتی برای دستگاهها و تاسیسات شبکه بوجود خواهد آورد که در جای خود این محدودیتها مورد بحث قرار خواهد گرفت. تحت این شرائط افزایش ضریب قدرت تا سطح ۰/۹۵ مورد توجه خواهد بود.

<u>درآمد شرکت از لحاظ فروش انشعاب :</u>

با افزایش ضریب قدرت از ۰/۷۸ به ۰/۹۵ نزدیک به ۴۶۶ مگاوات به ظرفیت فعلی شبکه افزوده خواهد شد که این مقدار انرژی قابل عرضه برای فروش خواهد بود. برای واگذاری هر کیلووات انشعاب برق در تعرفه‌های مختلف با استفاده از آئین نامه تعرفه‌های برق و جدول هزینه‌های نیرورسانی سال ۷۱ از هر مشترک بطور متوسط مبلغ ۱۶۵۴۰۰ ریال اخذ میگردد.

درآمد سالیانه شرکت از فروش ۴۶۶ مگاوات انشعاب برق :

۴۶۶۰۰۰ × ۱۶۵۴۰۰ = ۷۷۰۷۶۴۰۰۰۰۰ ریال

درآمد سالیانه شرکت از فروش انرژی :

درآمد حاصل از فروش کیلووات ساعتهای آزاد شده بعد از کسر بهای خرید انرژی از توانیر در یکسال :

$$\text{ریال } ۲۰۶۷۷۵۹۷۵۲۱ = ۷/۵ \times ۴۶۶ \times \frac{۱۲۶۶۰۹۶۱۰۰۰}{۲۱۴۰}$$

زمان استهلاک :

الف - بر مبنای فروش انشعاب

$$\frac{\text{۱۴۰۰ ریال} \times \text{۲۰۲۸۰۰۰۰ دلار}}{\text{۷۷۰۷۶۴۰۰۰۰۰}} = \frac{\text{سرمایه بکار رفته برای نصب خازن}}{\text{درآمد شرکت از فروش انشعاب}} = ۰/۳۶۸$$

که معادل ۴ ماه و نیم میباشد.

ب - زمان استهلاک بر مبنای فروش سالیانه انرژی افزوده شده به شبکه

$$\frac{۲۰۲۸۰۰۰۰ \times ۱۴۰۰}{۲۰۶۷۷۵۹۷۵۲۱} = ۱/۳۷۳$$

که معادل یکسال و چهارماه و نیم میباشد.

ج - زمان استهلاک بر مبنای فروش سالیانه انرژی و درآمد حاصل از فروش انشعاب

$$\frac{۲۰۲۸۰۰۰۰ \times ۱۴۰۰}{۲۰۶۶۷۵۹۷۵۲۱ + ۷۷۰۷۶۴۰۰۰۰۰} = ۰/۲۹۰$$

که معادل سه ماه و نیم میباشد.

راههای کاهش تلفات شبکه :

۱ - ایجاد تعادل و تقارن و تعدیل بار کابلها و خطوط فشار ضعیف و ۲۰ کیلوولت

۲ - کاهش طول کابلها و خطوط و افزایش سطح مقطع آنها

۳ - ایجاد شبکه توزیع بر اساس محاسبات مهندسی و استانداردهای متداول

۴ - جلوگیری و جمع‌آوری برقهای غیر مجاز

۵ - یکسان کردن سطح مقطع سیم نول با سیم فاز

۶ - سوق دادن وضع موجود شبکه به طرف شبکه رینگ

۷ - استفاده بهینه از ظرفیت ترانسفورماتورها در حد ۷۰٪ بار نامی آنها

۸ - رعایت اصول فنی در هنگام برقراری اتصالات الکتریکی و استفاده از تجهیزات و تاسیسات مرغوب مطابق استانداردهای رایج

۹ - سیم کشی داخلی متعلق به مشترکین تحت ضوابط و مطابق با استاندارد

۱۰- سرویس منظم ، شستشوی شبکه‌های آلوده و رفع فرسودگیها و خوردگیهای شبکه

نتیجه :

ملاحظه میگردد که سرمایه بکار رفته برای نصب خازن در مدت سه ماه و نیم مستهلک شده و در بقیه مدت طول عمر خازن سالیانه نزدیک به ۲۰ میلیارد ریال شرکت از فروش انرژی آزاد شده در شبکه بدون هیچگونه سرمایه‌گذاری در تاسیسات درآمد کسب خواهد کرد . ضمن اینکه از ۶۳۲ میلیون دلار سرمایه‌گذاری در امر تولید، انتقال و توزیع برای ۴۶۶ مگاوات برق مورد نیاز شبکه نیز احتراز نموده است. این بررسیها نشان دهنده این مهم است که افزایش ضریب قدرت ۰/۷۸ فعلی شبکه به ۰/۹۵ بسیار قابل توجه بوده و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است .

شاید این سئوال عنوان شود که " با توجه به افت انرژی و افت ولتاژ بالای شبکه چرا درآمدهای حاصل از این قدرت آزاد شده در شبکه صرف اصلاح شبکه و کاهش تلفات انرژی و افت ولتاژ نشود ؟ " در پاسخ باید گفت در حالیکه شبکه از ضعفهای زیادی برخوردار است و فروش انرژی از قدرت آزاد شده شبکه این چنین درآمدی در پی دارد چرا امکانات خود را در جهت رفع نواقص و ضعفهای شبکه برای کاهش تلفات بسیج نکنیم ؟

منابع :

۱- ارزیابی اقتصادی صنعت برق ایران - محمد حسن محرائیان - هفتمین کنفرانس بین‌المللی برق

۲- مسائل مربوط به نیروی راکتیو - متن سخنرانی آقای فاضلی در برق تهران - سال ۱۳۵۰

۳- کارنامه برق تهران - سال ۱۳۷۰

۴- پیام نور - شهریور ۱۳۷۱

6- POWER FACTOR CORRECTION - NOKIA

Cos φ of the installation without capacior	KVAR rated power of the capacitor per KW of active power for improving the cos up to:												
	0.80	0.85	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1
0.40	1.557	1.668	1.805	1.832	1.861	1.895	1.924	1.959	1.998	2.037	2.085	2.146	2.288
0.41	1.474	1.605	1.742	1.769	1.798	1.831	1.860	1.896	1.935	1.973	2.021	2.082	2.225
0.42	1.413	1.544	1.681	1.709	1.738	1.771	1.800	1.836	1.874	1.913	1.961	2.022	2.164
0.43	1.356	1.487	1.624	1.651	1.680	1.713	1.742	1.778	1.816	1.855	1.903	1.964	2.107
0.44	1.290	1.421	1.558	1.585	1.614	1.647	1.677	1.712	1.751	1.790	1.837	1.899	2.041
0.45	**1.230**	**1.360**	**1.501**	**1.532**	**1.561**	**1.592**	**1.626**	**1.659**	**1.695**	**1.737**	**1.784**	**1.846**	**1.988**
0.46	1.179	1.309	1.446	1.473	1.502	1.533	1.567	1.600	1.636	1.677	1.725	1.786	1.929
0.47	1.130	1.260	1.397	1.425	1.454	1.485	1.519	1.532	1.588	1.629	1.677	1.758	1.881
0.48	1.076	1.206	1.343	1.370	1.400	1.430	1.464	1.497	1.534	1.575	1.623	1.684	1.826
0.49	1.030	1.160	1.297	1.326	1.355	1.386	1.420	1.453	1.489	1.530	1.578	1.639	1.782
0.50	**0.982**	**1.112**	**1.248**	**1.276**	**1.303**	**1.337**	**1.369**	**1.403**	**1.441**	**1.481**	**1.529**	**1.590**	**1.732**
0.51	0.936	1.066	1.202	1.230	1.257	1.291	1.323	1.357	1.395	1.435	1.483	1.544	1.686
0.52	0.894	1.024	1.160	1.188	1.215	1.249	1.281	1.315	1.353	1.393	1.441	1.502	1.644
0.53	0.850	0.980	1.116	1.144	1.171	1.205	1.237	1.271	1.309	1.349	1.397	1.458	1.600
0.54	0.809	0.939	1.075	1.103	1.130	1.164	1.196	1.230	1.268	1.308	1.356	1.417	1.559
0.55	**0.769**	**0.899**	**1.035**	**1.063**	**1.090**	**1.124**	**1.156**	**1.190**	**1.228**	**1.268**	**1.316**	**1.377**	**1.519**
0.56	0.730	0.865	0.996	1.024	1.051	1.085	1.117	1.151	1.189	1.229	1.277	1.338	1.480
0.57	0.692	0.822	0.958	0.986	1.013.	1.047	1.079	1.113	1.151	1.191	1.239	1.300	1.442
0.58	0.665	0.785	0.921	0.949	0.976	1.010	1.042	1.076	1.114	1.154	1.202	1.263	1.405
0.59	0.618	0.748	0.884	0.912	0.939	0.973	1.005	1.039	1.077	1.117	1.165	1.226	1.368
0.60	**0.584**	**0.714**	**0.849**	**0.878**	**0.905**	**0.939**	**0.971**	**1.005**	**1.043**	**1.083**	**1.131**	**1.192**	**1.334**
0.61	0.549	0.679	0.815	0.843	0.870	0.904	0.936	0.970	1.008	1.048	1.096	1.157	1.299
0.62	0.515	0.645	0.781	0.809	0.836	0.870	0.902	0.936	0.974	1.014	1.062	1.123	1.265
0.63	0.483	0.613	0.749	0.777	0.804	0.838	0.870	0.904	0.942	0.982	1.030	1.091	1.233
0.64	0.450	0.580	0.716	0.744	0.771	0.805	0.837	0.871	0.909	0.949	0.997	1.058	1.200
0.65	**0.419**	**0.549**	**0.685**	**0.713**	**0.740**	**0.774**	**0.806**	**0.840**	**0.878**	**0.918**	**0.966**	**1.007**	**1.169**
0.66	0.388	0.518	0.654	0.682	0.709	0.743	0.775	0 809	0.847	0.887	0.935	0.996	1.138
0.67	0.358	0.488	0.624	0.652	0.679	0.713	0.745	0.779	0.817	0.857	0.905	0.966	1.108
0.68	0.329	0.459	0.595	0.623	0.650	0.684	0.716	0.750	0.788	0.828	0.876	0.937	1.079
0.69	0.299	0.429	0.565	0.593	0.620	0.654	0.686	0.720	0.758	0.798	0.840	0.907	1.049
0.70	**0.270**	**0.400**	**0.536**	**0.564**	**0.591**	**0.625**	**0.657**	**0.691**	**0.729**	**0.769**	**0.811**	**0.878**	**1.020**
0.71	0.242	0.372	0.508	0.536	0.563	0.597	0.629	0.663	0.701	0.741	0.783	0.850	0 992
0.72	0.213	0.343	0.479	0.507	0.534	0.568	0.600	0.634	0.672	0.712	0.754	0.821	0.963
0.73	0.186	0.316	0.452	0.480	0.507	0.541	0.573	0.607	0.645	0.685	0.727	0.794	0.936
0.74	0.159	0.289	0.425	0.453	0.480	0.514	0.546	0.580	0.618	0.658	0.700	0.767	0.909
0.75	**0.132**	**0.262**	**0.398**	**0.426**	**0.453**	**0.487**	**0.519**	**0.553**	**0.591**	**0.631**	**0.673**	**0.740**	**0.882**
0.76	0.105	0.235	0.371	0.399	0.426	0.460	0.492	0.526	0.564	0.604	0.652	0.713	0.855
0.77	0.079	0.209	0.345	0.373	0.400	0.434	0.466	0.500	0.538	0.578	0.620	0.687	0.829
0.78	0.053	0.183	0.319	0.347	0.374	0.408	0.440	0.474	0.512	0.552	0.594	0.661	0.803
0.79	0.026	0.156	0.292	0.320	0.347	0.381	0.413	0.447	0.485	0.525	0.567	0.634	0.776
0.80	—	**0.130**	**0.266**	**0.294**	**0.321**	**0.355**	**0.387**	**0.421**	**0.459**	**0.499**	**0.541**	**0.608**	**0.750**
0.81	—	0.104	0.240	0.268	0.295	0.329	0.361	0.395	0.433	0.473	0.515	0.582	0.724
0.82	—	0.078	0.214	0.242	0.269	0.303	0.335	0.369	0.407	0.447	0.489	0.556	0.698
0.83	—	0.052	0.188	0.216	0.243	0.277	0.309	0.343	0.381	0.421	0.463	0.530	0.672
0.84	—	0.026	0.162	0.190	0.217	0.251	0.283	0.317	0.355	0.395	0.437	0.504	0.645
0.85	—	—	**0.136**	**0.164**	**0.191**	**0.225**	**0.257**	**0.291**	**0.329**	**0.369**	**0.417**	**0.478**	**0.620**
0.86	—	—	0.109	0.140	0.167	0.198	0.230	0.264	0.301	0.343	0.390	0.450	0.593
0.87	—	—	0.083	0.114	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.317	0.364	0.424	0.567
0.88	—	—	0.054	0.085	0 112	0.143	0.175	0.209	0.246	0.288	0.335	0.395	0.538
0.89	—	—	0.028	0.059	0.086	0.117	0.149	0.183	0.230	0.262	0.309	0.369	0.512
0.90	—	—	—	**0.031**	**0.058**	**0.089**	**0.121**	**0.155**	**0.192**	**0.234**	**0.281**	**0.341**	**0.484**

جدول ۲ - طریق محاسبه ظرفیت خازن جهت تصحیح ضریب قدرت