

# صرفه جویی در مصرف انرژی لامپ های گازی شبکه های روشنایی

(چراغهای آویز صنعتی ، خیابانی ، نورافکن ها و فلورسنت)

نویسنده : پرویز شمسانی / کارشناس ارشد برق

معاونت مهندسی و توسعه

شرکت پالایش گاز بید بلند

(بازنشسته)

## کاهش مصرف برق در لامپ های گازی روشنایی (چراغهای آویز صنعتی، خیابانی، نورافکن ها و فلورسنت)

### چکیده:

صرفه جوئی در مصرف برق و افزایش بهره وری در چراغهای روشنائی، از ضروری ترین بایدهاست. متأسفانه چراغها و نورافکن های شبکه های روشنایی کوچه ها، خیابانها، بزرگراهها، فرودگاهها، تاسیسات پالایشگاهی و مراکز صنعتی و تجاری و هزاران مکان دیگر که دارای لامپ های گازی میباشند و حدود ۲ تا ۳ درصد از کل تولید برق کشور را بخود اختصاص میدهند، به دلیل دارا بودن بلاست های مغناطیسی، موجبات پایین آوردن شدید ضریب قدرت و افزایش غیر متعارف مصرف برق تا حد ۲ تا ۲/۵ برابری میگردند.

با اجرای تغییرات ساده و کم هزینه خازن گذاری در این چراغها، میتوان مصرف برق آنها را به بیشتر از نصف کاهش داده و از این طریق روزانه حداقل ۴۴۰ میلیون تومان در مصرف برق صرفه جویی نمود و از این طریق با حذف توان راکتیو، موجبات ارتقاء شدت روشنائی و طول عمر ادوات مربوطه به سیستم روشنایی را هم فراهم آورد.

به نام خدا

## کاهش مصرف برق در لامپ های گازی روشنایی ( چراغهای آویز صنعتی، خیابانی، نورافکن ها و فلورسنت )

### مقدمه :

امروزه حدود ۲ تا ۳ درصد از برق تولیدی در کشور عزیزمان ایران صرف روشنایی ( معابر، تأسیسات و دیگر مراکز صنعتی ) میگردد. گسترش فعالیت های اجتماعی و صنعتی سبب گردیده تا میزان مصرف برق روشنایی، روز به روز افزایش یافته تاجائیکه وزات نیرو را بر آن داشته تا ساعات بعد از غروب آفتاب را، بعنوان ساعات پیک بار منظور و تأکید می نماید که بمنظور صرفه جویی در مصرف برق و جلوگیری از بروز وقفه در امر برقرسانی، هموطنان گرامی در این ساعات و تا ۴ ساعت بعد از آن، از بکارگیری ادوات پر مصرف برقی خودداری فرمایند.

### شرح مقاله :

بکارگیری ادوات روشنایی در مواقع تاریک شدن هوا، امریست اجتناب ناپذیر اما صرفه جویی در مصرف برق ( یعنی درست مصرف کردن ) از مهمترین اهداف در زمینه بهینه سازی انرژی بشمار می رود.

برای نیل به این اهداف، روشهای متعددی ارائه شده است.

یکی از این روشها، بکارگیری از تکنولوژی لامپهای کم مصرف و لامپ های LED است اما با توجه به بازده روشنایی پایین (  $Lm / W$  ) این لامپها و حبس شدن گرما در محفظه بسته نورافکنها که منجر به سوختن سریعتر لامپهای کم مصرف و LED میشود، استفاده از این لامپها در نورافکنها و بویژه با پایه بلند، محدود گردیده است.

در این مقاله به روشی اشاره گردیده تا با استفاده از آن بتوان میزان برق مصرفی در لامپهای گازی پر فشار ( چراغهای خیابانی، چراغهای آویز و نورافکنها ) و حتی لامپهای کم فشار فاقد خازن را از حداقل ۴۰٪ (فلورسنت) تا ۶۰٪ (گازی پرفشار) کاهش داده و در هر ساعت حدود ۴۰۰ مگاوات ( بیش از ۱۳ توربو ژنراتور گازی ۳۰ مگاوات ) در مصرف برق صرفه جویی نمود.

لازم به توضیح است که این کاهش مصرف محدود به پالایشگاهها و تأسیسات صنعتی شرکت ملی گاز نبوده و تمامی چراغها و نورافکن های کوچه ها و خیابانها، میادین، تونلها و بزرگ راهها، فرودگاهها، اماکن و هزاران مکان دیگر را که در آنجا از چراغها و نورافکنها و لامپ های گازی پرفشار و لامپ های فلورسنت جهت روشنایی استفاده می نماید را در بر میگیرد .

سالها پیش وقتی روشنائی سوله ای را بعنوان انبار کالا طراحی و سپس بر اجرای کار نظارت داشتیم، در پایان پس از اجراء متوجه شدم که فیوزهای چراغهای روشنائی که از نوع آویز صنعتی و ساخت یکی از شرکت های معروف و معتبر بازار بودند، لحظاتی پس از روشن شدن چراغها، عمل کرده و قطع می نمایند.

چون فیوزها از نوع اتوماتیک مینیاتوری بودند، عمل ریست نمودن فیوزها دوباره انجام شد اما پس از کلید زدن و روشن شدن چراغهای روشنائی که از نوع **W 250** بخار جیوه بودند، مجدداً فیوزها در هر سه فاز عمل کرده و چراغها خاموش شدند.

با توجه به اینکه عمل کردن فیوزها کمی زمان می گرفت، از عدم اتصال کوتاه بودن مدار چراغها اطمینان حاصل نمودم .

**Lose Connection** و ضعف عایقی هم در کار نبود چون کار با دقت تمام و نظارت درست اجرا و وایرها همگی تست گردیده بودند.

البته در طراحی اولیه، مبنای انتخاب فیوز را توان لامپ و بلاست و احتساب ضریبی مناسب منظور نموده بودم و به هر حال یک نمونه از چراغ ها را جهت بررسیهای بیشتر به کارگاه منتقل و بهمراه دیگر لامپهای موجود که در طرحها و وات های مختلف در انبار کارگاه داشتیم، مورد تست آمپر گیری قرار دادم و در کمال ناباوری، مشاهده گردید که جریانهای مصرفی، بسیار فراتر از جریان حاصل از فرمول توان در آنهاست. در بررسیهای فنی بعدی متوجه شدم که لامپهای گازی، بر خلاف لامپهای رشته ای، دارای اتلاف انرژی قابل توجه ای فراتر از توان اکتیو بوده و این امر ناشی از تولید توان راکتیو تولید شده در آنهاست که سبب میگردد تا ضریب قدرت ( کوسینوس فی )، تا حد سه دهم پایین بیاید.

پس از این نتیجه گیری بود که با انتخاب فیوزهای مناسب ، مشکل روشنائی سوله حل و با کسب تجربه ای بسیار مفید، چراغهای سوله در مدار روشنایی قرار گرفتند.

## نتایج حاصله از تست های کارگاهی بر روی لامپ های روشنایی

بخار جیوه پرفشار MBF/U			بخار سدیم پرفشار SON		
وات لامپ	جریان مصرفی	ولتاژ	وات لامپ	جریان مصرفی	ولتاژ
<b>50W</b>	<b>.6A</b>	<b>95V</b>	<b>50W</b>	<b>.75A</b>	<b>85V</b>
<b>80W</b>	<b>.8A</b>	<b>115V</b>	<b>70W</b>	<b>.98A</b>	<b>90V</b>
<b>125W</b>	<b>1.15A</b>	<b>125V</b>	<b>150W</b>	<b>1.8A</b>	<b>100V</b>
<b>250W</b>	<b>2.15A</b>	<b>130V</b>	<b>250W</b>	<b>3A</b>	<b>100V</b>
<b>400W</b>	<b>3.25A</b>	<b>135V</b>	<b>400W</b>	<b>4.6A</b>	<b>100V</b>
<b>700W</b>	<b>5.6A</b>	<b>140V</b>	<b>1000W</b>	<b>10.3A</b>	<b>110V</b>
<b>1000W</b>	<b>7.6A</b>	<b>145V</b>			

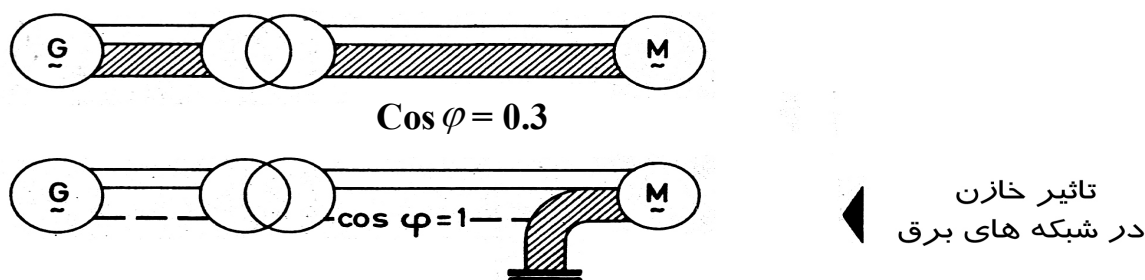
در بررسیهای بعدی متوجه شدم که این بدی ضریب قدرت ناشی از ماهیت وجودی لامپ گازی نیست و مربوط به بلاست مغناطیسی چراغ است که تا آنوقت مورد توجه من واقع نگرفته بود.

موضوع کاملاً روشن شد و چون می دانستم که ضریب قدرت را به راحتی می توان از طریق نصب خازن مناسب، اصلاح نمود لذا بر این اساس، نمونه هایی از چراغهای موجود و نصب شده بر روی پایه های برق پالایشگاه جمع آوری و مورد تست قرار گرفتند.

در هیچکدام از چراغهای آویز صنعتی موجود در سوله های انبارهای کالا، سوله های حمل و نقل، آشیانه های ایمنی و آتش نشانی، سوله تعمیرات و چراغها و نورافکن های محوطه روبروی پالایشگاه گاز بیدبلند و تمامی چراغهای فلورسنت موجود در پالایشگاه و یا در کارگاهها و محوطه های مسکونی میانکوه، خازن اصلاح ضریب قدرت مشاهده نگردید.

در این چراغها و نورافکنها، از لامپ های **40 W** فلورسنت تا **250 W** و **400 W** بخار جیوه تا **250 W** و **400 W** و **1000 W** بخار سدیم استفاده شده و با یک جمع سرانگشتی می توان نتیجه گرفت که چنانچه خازن مناسب در این چراغها نصب گردد، ضریب قدرت از  $\frac{1}{3}$  (حداقل) به  $\frac{1}{9}$  و بالاتر ارتقاء یافته و حداقل **60**٪ صرفه جویی در مصرف برق بعمل می آید که نه تنها صرفه جویی قابل توجهی بشمار می رود، بلکه با پایین آمدن توان مصرفی، جریان در تمامی ادوات مربوطه شامل ( چراغها، بلاست ها، وایرها، کلیدها و تابلوها ) بصورت قابل ملاحظه ای پایین آمده و افزایش طول عمر ادوات برقی فوق را به همراه دارد ضمناً بعلت پایین آمدن جریان مصرفی، افت ولتاژ احتمالی در برخی از معابر و خیابانهای درون شهری که با کاهش روشنایی در هنگام شب همراه هستند، اصلاح شده و شدت روشنایی در این مناطق و گذرگاهها نیز افزایش یافته و به مراتب مطلوبتر میگردد.

در ذیل تصویری از توان های اکتیو و راکتیو مصرفی را مشاهده می فرمائید در این تصویر ، کار اصلی توسط توان اکتیو انجام می شود و توان راکتیو ، در واقع مهمان ناخوانده است که بر صاحبخانه تحمیل و سبب بروز مزاحمت می گردد .



چنانکه در دیاگرام بالا ملاحظه میفرمائید ، بدون وجود خازن در حالیکه  $\text{Cos } \varphi = 0.3$  است مقداری از ظرفیت ژنراتور یا ترانسفورماتور صرف جریان راکتیو میشود. نصب خازن به اندازه مناسب ، کوسینوس فی را به حدود یک رسانیده و ظرفیت اشغال شده مزبور را نیز برای مصرف بیشتر آزاد می نماید.

حال که در تصویر، توان اکتیو و راکتیو را مشاهده فرمودید، بگذارید مثالی ساده در این خصوص داشته باشم تا مفهوم آن بویژه برای همکاران غیر برقی نیز روشن تر شود . اگر فرض کنیم مقدار ۱۰۰ لیتر آب را در یک کانال خاکی از نقطه **A** به نقطه **B** منتقل نمائیم و در خروجی مثلاً ۶۰ لیتر آب داشته باشیم مفهومی این است که ۴۰ لیتر آب از طریق جذب شدن در خاک و اندکی هم بخار شدن، از دست رفته است.. این همان موردی است که در شبکه های برق اتفاق می افتد.

یعنی هدر رفتن مقادیری قابل توجه از برق تولید شده در نیروگاهها بدون اینکه استفاده مفیدی از آن بعمل آمده باشد !!

اما اگر بجای کانال خاکی، از خطوط لوله استفاده نمائیم، نتیجه این می شود که هیچ مقدار از آب به هدر نمی رود و همان مقدار آب تزریق شده در نقطه **A** به نقطه **B** میرسد و در واقع، این خط لوله حکم همان خازنی را دارد که ما در برق استفاده می نمائیم و جلوی به هدر رفتن برق را می گیریم.

شاید برخی از همکاران گرامی تصور فرمایند که در تأسیساتی که بانک خازن دارند ، موضوع توان راکتیو دیگر منتفی است و البته تا حدودی هم حق دارند اما ذکر این نکته اساسی ضروریست که نصب خازن مناسب در داخل چراغهای گازی که فاقد خازن می باشند کماکان باید انجام شود و این مزیت را دارد که :

- ۱- جریان اضافی از مدار بلاست ها، کابلها، سویچگیرها و ... نمی گذرد. این امر سبب کاهش مصرف برق در مدارات مستقل گردیده و از این بابت می توان صرفه جویی قابل توجهی در اخذ دیماند قرارداد بعمل آورد. (تجربه عینی نگارنده)
- ۲- عمر ادوات برقی شامل بلاست ها، کابلها، سویچگیرها و ... بالا می رود ( بعلت عدم عبور جریان اضافی ) .
- ۳- کیفیت نور بهبود می یابد و افزایش روشنائی را در برخی مناطق بویژه شهری ایجاد می نماید ( بعلت از بین رفتن افت ولتاژ احتمالی ) .

### قابل توجه :

۱) همکاران گرامی توجه بفرمایند که جهت ایندنت گذاری چراغهای گازی پرفشار، حتماً وجود خازن را هم قید بفرمایند و حتی ظرفیت آن را هم بنویسند ( از طریق جدول پیوست در صفحات بعدی مقاله )

متأسفانه در سالهای اخیر ، برخی از شرکت های سازنده چراغ به جهت پائین آوردن قیمت و برنده شدن در مناقصات، خازن را در چراغ های گازی پرفشار قرار نمی دهند که میبایست حتماً در تقاضا مد نظر قرار گرفته شود ضمناً توصیه می شود خازنهای ترجیحاً دارای بدنه فلزی با ترمینال زمین و دارای تلرانس پائین و مناسب دمای محیطی  $85C +$  تا  $20C -$  و دارای اتصالات و ترمینالهای مناسب از نوع مرغوب و استاندارد باشند و برای پروژکتورهای بالاتر از  $400 W$  سعی شود خازن با دمای کارکرد  $100C +$  تا  $20C -$  را منظور فرمایند .

ولتاژ خازنهای در چراغهای تک فاز  $250V$  می باشد که بصورت  $250 \pm 10\%$  نوشته می شود.

۲) نگارنده در خلال تهیه مقاله، نصب خازن را بر روی انواع چراغهای روشنایی گازی مورد آزمایش قرار داده که نتایج چند مورد از آنها را در صفحات بعدی مشاهده می فرمائید.

تصور فرمائید چنانچه این کاهش مصرف، بر میلیونها لامپهای گازی موجود در چراغها و نورافکن های کوچه ها و خیابانها، میادین، تونلها و بزرگ راهها، فرودگاهها، اماکن و هزاران مکان دیگر اعمال شود ، چه اثرات شگرفی می تواند در امر صرفه جوئی در مصرف برق ایجاد نماید .

( لازم به توضیح می باشد که خازنهای کوچک موجود در استارترهای چراغهای فلورسنت هیچگونه تغییری در کاهش و یا افزایش ضریب قدرت نداشته و لذا نباید این خازنهای را بعنوان خازنهای اصلاح ضریب قدرت در چراغهای فلورسنت تلقی نمود.)

۳) با عنایت به جدول پیوست (مقایسه بازده روشنایی لامپ های مختلف)، توصیه میشود در مکان هایی که امکان جایگزینی چراغهای بخار سدیم بجای بخار جیوه مقدور است، چراغهای بخار سدیم **250 W** را جایگزین چراغهای **400 W** بخار جیوه نمایند. (این امر سبب کاهش مصرف برق، بدون خدشه وارد شدن در شدت روشنایی میگردد)

۴) هیچگاه لامپ های پرفشار بخار جیوه، بخار سدیم و یا متال هالید را مستقیماً و بدون بلاست مربوطه به برق متصل ننمائید زیرا با توجه به ولتاژ پائین کارکردشان، سریعاً می سوزند. ضمناً نظر به ولتاژهای متفاوت در کارکرد لامپ های بخار جیوه، بخار سدیم و متال هالید، هر لامپ میبایست در چراغ دارای بلاست مربوط به خودش نصب شود در غیر اینصورت به لامپ آسیب وارد می شود.

(برای انتخاب نوع لامپ به اطلاعات مندرج بر روی بلاست چراغ مربوطه توجه فرمائید)

۵) لامپ های فلورسنت قدیمی، کم مصرف جدید و لامپ های بخار جیوه حاوی مقادیری جیوه و بخار جیوه می باشند.

وقتی یکی از آنها می شکند، بخار جیوه موجود در آن که بسیار سمی و خطرناک می باشد، در آن فضا متصاعد می گردد و سبب آلودگی محیطی میشود. به لامپ شکسته دست نزنید و از جارو برقی هم به دلیل پراکنده نمودن بخارات جیوه در فضای اطراف خودداری فرمائید. باید سریعاً پنجره ها را بمدت ۱۵ دقیقه باز نمود و افراد از محل اتاق خارج شده و پس از تهویه فضای اتاق، با استفاده از دستکش و ماسک، نسبت به جمع آوری لامپ شکسته اقدام و آن را در ظرف شیشه ای درب دار و یا در دو لایه کیسه پلاستیک قرار داد. زباله های حاوی جیوه موجب آلودگی محیط زیست میگردد.

۶) نظر به اینکه از لامپهای گازی، نور ماوراء بنفش ساطع میگردد لذا توصیه میگردد تا اینگونه لامپ ها بویژه (فلورسنت، کم مصرف و...) حداقل در ارتفاع بالاتر از دو متر از سر نصب گردند ضمناً در لامپ های کم مصرف چینی فاقد استاندارد، به دلیل کم بودن ماده فلورسنت درون لامپ، میزان تشعشعات ماوراء بنفش بیشتر است.

در صفحات آتی پیش رو، جریان مصرفی تعدادی از چراغها را قبل و بعد از خازن گذاری، در تستهای آزمایشگاهی ملاحظه میفرمایید.

در صفحات بعدی، ظرفیت خازنهای مورد نیاز لامپ های مختلف جهت اصلاح ضریب قدرت به انضمام دیگر مشخصه های مربوطه مورد نیاز ضمیمه و تقدیم گردیده است.



## نتیجه گیری :

در این مقاله بمنظور کاهش چشمگیر مصرف برق در شبکه روشنایی معابر، اصلاح ضریب قدرت از طریق بکارگیری و نصب خازنها که هزینه ناچیزی هم دارند، مد نظر واقع شده و پیوست ، جداول مربوطه ارائه گردیده است.

از آنجاییکه روشنایی معابر حدود ۲ تا ۳ درصد از کل تولید برق کشور را بخود اختصاص میدهد بنابراین با یک محاسبه ساده میتوان نتیجه گرفت که اصلاح ضریب قدرت در روشنایی معابر میتواند سبب صرفه جویی حداقل ۴۰۰ مگاوات برق در هر ساعت گردد که معادل کار کرد همزمان بیش از ۱۳ توربو ژنراتور گازی ۳۰ مگاوات در نیروگاهها است.

حال با احتساب قیمت تمام شده ۱۱۰ تومانی برای هر کیلووات ساعت برق تولیدی در کشور و مصرف ۱۰ ساعته روشنایی در طول شبانه روز، با انجام خازن گذاری در چراغهای روشنایی معابر میتوان روزانه حداقل ۴۴۰ میلیون تومان صرفه جویی بعمل آورده ضمناً با حذف توان راکتیو ، موجبات ارتقاء شدت روشنایی و طول عمر ادوات مربوطه به سیستم روشنایی را نیز فراهم میآوریم .



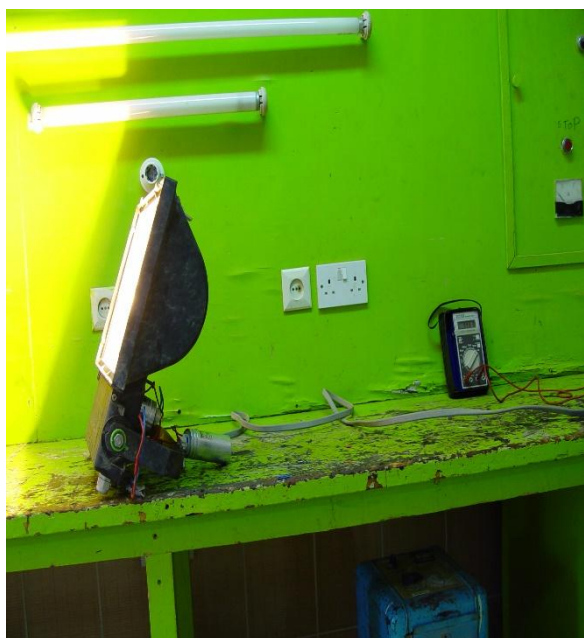
### پروژکتور ۱۰۰۰ وات بخار سدیم



جریان مصرفی قبل از بهینه سازی



جریان مصرفی بعد از بهینه سازی



### پروژکتور ۴۰۰ وات بخار سدیم



جریان مصرفی قبل از بهینه سازی



جریان مصرفی بعد از بهینه سازی

توجه: ثبت جریانهای مصرفی پس از گذشت ۳۰ ثانیه انجام شده است.

## چراغ خیابانی ۲۵۰ وات بخار سدیم



جریان مصرفی قبل از بهینه سازی



جریان مصرفی بعد از بهینه سازی

## چراغ فلورسنت



جریان مصرفی قبل از بهینه سازی



جریان مصرفی بعد از بهینه سازی

توجه: ثبت جریانهای مصرفی پس از گذشت ۳۰ ثانیه انجام شده است.

## جداول اصلاح ضریب قدرت در لامپ ها با استفاده از اتصال موازی خازن

جدول ۲: لامپ های بخار جیوه

فشار بالا

توان لامپ (W)	ظرفیت خازن ( میکرو فاراد )
50	7
80	8
125	10
250	18
400	25
700	40
1000	60

جدول ۱: لامپ های فلوروسنت

توان لامپ (W)	ظرفیت خازن ( میکرو فاراد )
18	4.5
20	4.5
30	4.5
32	4.5
36	4.5
40	4.5
58	7
65	7
80	10
115	18
140	18

جدول ۳: لامپ های بخار سدیم فشار بالا

توان لامپ (W)	ظرفیت خازن ( میکرو فاراد )
35	6
50	8
70	12
100	12
125	18
150	20
250	32 - 36
400	45 - 50
600	65
1000	100

## جداول اصلاح ضریب قدرت در لامپ ها با استفاده از اتصال موازی خازن

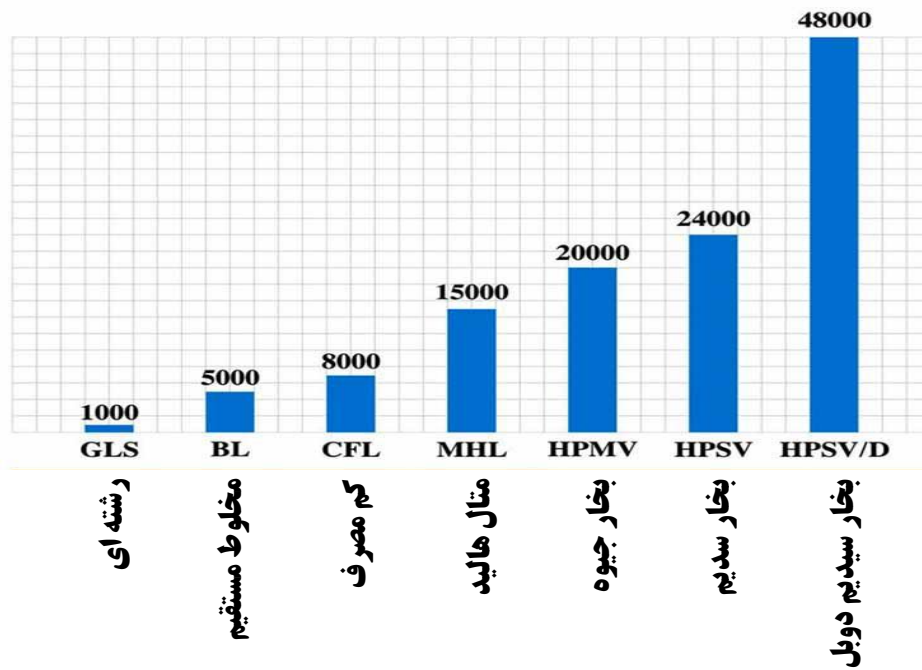
جدول ۴ : لامپ های متال هالید

توان لامپ ( W )	ظرفیت خازن ( میکرو فاراد )
35	6
70 - 100	12
150	20
250	32
400	35 - 45
1000	85
2000	125
2000 380W	60 380V
3500 380W	100 380V

جدول ۵ : لامپ های بخار سدیم فشار پایین

توان لامپ ( W )	ظرفیت خازن ( میکرو فاراد )
18	5
35	20
55	20
90	30
135	45

### مقایسه طول عمر لامپ های مختلف بر حسب ساعت



### مقایسه بازده روشنایی لامپ های مختلف بر حسب $Lm / W$

