



مقاله

استفاده از لامپ LED بررسی فنی و اقتصادی



علی جمالی

کارشناسی ارشد برق و قدرت



معصومه رضایی

کارشناسی ارشد برق و قدرت

مقدمه

آلودگی‌های محیط زیستی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در فضا و هوای کره زمین سبب شده که صنعت برق در کشورهای مختلف جهان علاوه بر اینکه به سمت انرژی‌های نو و تجدید پذیر حرکت کند در زمینه بهره‌گیری از لامپ‌های روشنایی جدید اقدام کند که کمترین میزان آلودگی را در بردارد. این مقاله با توجه به اهمیت مدیریت مصرف در سامانه‌های روشنایی و ابداع روش‌ها و فناوری‌های نوین و همچنین کارایی و دامنه‌ی کاربرد بسیار بالا در به‌کارگیری سامانه‌های جدید LED در روشنایی خانگی، تجاری، معابر و ... طراحی شده است. با بالا رفتن حرارت کره زمین تمام کشورها باید به حذف عوامل سازنده‌ی گازهای گلخانه‌ای کمک کنند. یکی از این عوامل که باعث تولید گازهای گلخانه‌ای می‌شود لامپ‌های معمولی یا همان لامپ‌های رشته‌ای و تابان است که به دلیل استفاده فراوان در اکثر کشورهای جهان از عوامل مهم تولید گازهای گلخانه‌ای به شمار می‌آید و باید توجه داشت که سهم روشنایی که عمدتاً نیز به‌وسیله‌ی لامپ‌های رشته‌ای تأمین می‌شود از کل مصرف الکتریسیته خصوصاً در زمان اوج مصرف چشم‌گیر است. به‌عنوان مثال در ایران که ۳۰ درصد از کل انرژی مصرفی و حدود ۵۰ درصد از مصرف پیک، صرف تأمین روشنایی می‌شود این موضوع را جدی‌تر نشان می‌دهد.

چکیده

با توجه به اهمیت بحث صرفه‌جویی در مصرف انرژی در این مقاله به بررسی یکی از روش‌های بهینه‌سازی مصرف پرداخته‌ایم که جایگزینی لامپ‌های LED به جای لامپ‌های تهیه‌ی، گازی و فلورسنت است. برای روشن شدن موضوع ضمن معرفی لامپ LED و سایر لامپ‌ها مزایای استفاده از لامپ LED تشریح شده و در انتها با ارائه‌ی یک نمونه از نتایج استفاده از لامپ LED به‌جای فلورسنت، مزایای فنی و اقتصادی آن نشان داده شده است. در پایان با توجه به بررسی‌های اقتصادی انجام‌شده میزان سود بانکی معادل اجرای این پروژه محاسبه شده است.

واژه‌های کلیدی: اقتصادی، فنی، مصرف انرژی،

LED

با توجه به این امر بسیاری از کشورها برنامه‌ی چندساله‌ای را برای جایگزین کردن مدل‌های دیگری از لامپ‌ها به جای لامپ‌های رشته‌ای یا فلورسنت در نظر گرفته‌اند تا در درازمدت بتوانند این نوع لامپ‌ها را حذف کرده و لامپ دیگری را جایگزین کنند که علاوه بر حذف گازهای گلخانه‌ای از انرژی کمتری برای تولید نور استفاده کند. البته این مسأله نیاز به تغییر فرهنگ مردم در استفاده از تجهیزات دارد تا رویکرد آن‌ها به این نوع لامپ همگانی شود. هزینه‌ی خرید اولیه‌ی این نوع لامپ‌ها بالا است و از سویی دیگر ارزان بودن انرژی مصرفی (به دلیل مصرف کم) از دلایل عمده‌ی روی آوردن بسیاری از مردم به خرید لامپ‌های معمولی و تابان است.

هم‌اکنون تنها لامپ جایگزین که می‌تواند گزینه‌ی مناسبی باشد مدل‌های مختلف از لامپ فلورسنت معروف به مهتابی و همچنین لامپ‌های LED است. در بسیاری از کشورها مانند ایالت کالیفرنیا، آمریکا، کانادا و استرالیا منتظر تغییر علاقه‌ی مصرف کنندگان نشده‌اند و قوانینی را برای حذف لامپ‌های مضر وضع کرده‌اند. لامپ‌های تابان علاوه بر کارایی و بازده پایین از انرژی بالایی برای تولید روشنایی استفاده می‌کنند. به‌عنوان مثال یک لامپ ۱۰۰ وات روشنایی یک لامپ ۲۰ وات فلورسنت را دارد؛ یعنی برای تولید نور مشابه، لامپ‌های تابان ۵ برابر بیشتر انرژی مصرف می‌کنند. هم‌اکنون در کشور ما نیز استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف فلورسنت به جای لامپ‌های تابان ترجیح داده می‌شود. استفاده از LED ها داری برتری زیادی نسبت به لامپ‌های فلورسنت و کم‌مصرف است. در این مقاله سعی بر این است که مزایای استفاده از لامپ LED نسبت به سایر لامپ‌ها توضیح داده‌شود؛ سپس در یک ساختمان نمونه‌ی شرکت توزیع برق استان فارس نتیجه‌ی جایگزینی لامپ‌های LED به جای فلورسنت تشریح شود و میزان نرخ سود بانکی معادل این پروژه محاسبه شود.

بررسی نمونه‌های مختلف لامپ

با توجه به اینکه لامپ‌ها در انواع مختلف در بازار وجود دارد مزایا و معایب انواع لامپ در این بخش توضیح داده شده است.

انواع لامپ:

۱. لامپ التهایبی (رشته‌ای)؛
۲. لامپ فلورسنت؛
۳. لامپ فلورسنت فشرده‌ی کم‌مصرف (CFL)؛
۴. لامپ بخار جیوه؛
۵. لامپ بخار سدیم؛
۶. لامپ متال هالید؛
۷. لامپ LED.

۱- لامپ التهایبی (رشته‌ای):

لامپ التهایبی اولین نوع لامپ است که در دنیا تولید شد. از تاریخ شروع تولید آن بیش از صدسال می‌گذرد. این لامپ راندمان بسیار پایینی حدود ۱۲ lum/watt دارد و مقدار زیادی حرارت تولید می‌کند. طول عمر پایین (متوسط هزار ساعت) از دیگر معایب این لامپ است. با توجه به معایب ذکر شده این نوع لامپ به هیچ‌وجه مقرون‌به‌صرفه نیست؛ علی‌رغم اینکه قیمت این لامپ‌ها نسبت به سایر لامپ‌های مشابه پایین است با این حال به دلیل مصرف بسیار زیاد انرژی و انتشار مقدار زیادی حرارت در محیط که باعث تحمیل هزینه‌ی مصرف انرژی الکتریکی می‌شود و نیز به دلیل طول عمر پایین در نهایت هزینه‌ی بسیار زیادی را به مصرف‌کننده تحمیل می‌کند؛

۲- لامپ فلورسنت:

نزدیک به ۷۰ سال از تولید لامپ فلورسنت می‌گذرد. این لامپ به دلیل داشتن بهره‌ی نوری بالا و رنگ و نور مناسب یکی از اقتصادی‌ترین لامپ‌ها برای تأمین روشنایی به‌ویژه روشنایی داخلی هستند. جناب این لامپ‌ها با گاز بخار جیوه با فشار کم پر شده است و در اثر تخلیه‌ی الکتریکی در گاز بخار جیوه، نور ماوراءبنفش ساطع می‌شود. این نور در اثر برخورد با لایه‌ی پوشش داخلی فلورسنتی به نور تبدیل می‌شود؛

۳- لامپ فلورسنت فشرده (کم‌مصرف):

تولید لامپ فلورسنت فشرده تحول بسیار عظیمی در بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی برای تأمین روشنایی ایجاد کرد. از نظر عملکرد این لامپ کاملاً شبیه به لامپ فلورسنت است و تنها به خاطر اینکه حجم آن بسیار کوچک‌تر از لامپ فلورسنت است آن را لامپ فلورسنت فشرده نامیدند. با این حال به دلیل مصرف بسیار پایین انرژی و بازدهی بسیار خوب در مقایسه با لامپ رشته‌ای به کم‌مصرف مشهور شدند. یکی از معایب این لامپ وجود ۸-۵ میلی‌گرم جیوه‌ی آزاد در درون آن است. در واقع قابلیت نورافشانی لامپ‌های فلورسنت مبتنی بر خواص جیوه است. البته جیوه به همان اندازه که در ایجاد نور سفید توانایی و کارایی دارد، سمی و خطرناک نیز هست. بر اساس آمار منتشر شده یکی از موارد مسمومیت با جیوه از طریق لامپ‌های فلورسنت است.

از دیگر معایب لامپ فلورسنت وجود اشعه‌ی ماوراءبنفش در آن است که به مرور زمان آسیب‌های جدی به چشم، پوست و... وارد می‌کند؛

۴- لامپ بخار جیوه:

در این دسته از لامپها تخلیه‌ی الکتریکی در گاز بخار جیوه انجام می‌گیرد و به همین دلیل بانام لامپ بخار جیوه شناخته شده است. بازده نوری خوب و طول عمر بالا مهم‌ترین ویژگی این لامپ است که باعث شده یکی از مقرون به صرفه‌ترین انواع لامپها برای تأمین روشنایی باشد.

با توجه به رنگ نور مناسب این لامپ برای تأمین روشنایی بیرونی نظیر پارک، پیاده‌روها، سالن کارخانه‌ها و هر مکانی که تعویض لامپ هزینه‌بر است، مناسب است. از سوی دیگر با توجه به مخاطراتی که بخار جیوه برای محیطزیست دارد تولید این نوع لامپ در کشورهای عضو اتحادیه‌ی اروپا ممنوع شده است. این بدان معنی است که دوران استفاده از این لامپها برای تأمین روشنایی به سر آمده است؛ اما به دلیل طول عمر نسبتاً بالای آنها هنوز به میزان زیادی استفاده می‌شوند؛

۵- لامپ بخار سدیم:

در لامپ بخار سدیم گازی که در آن تخلیه‌ی الکتریکی صورت می‌گیرد بخار سدیم است؛ در نتیجه نور این لامپ در محدوده‌ی نور زرد قرار دارد. لامپهای بخار سدیم را به دودسته کم‌فشار و پرفشار می‌توان تقسیم کرد.

بخار سدیم کم‌فشار: این لامپ بهره‌ی نور بسیار بالایی بالغ بر ۱۲۰ لومن بر وات دارد؛ اما با توجه به رنگ نور نامناسب و درصد بازتاب رنگ نامطلوب، بیشتر در محیط‌هایی نظیر اسکله‌ها و بندرها توصیه می‌شوند.

بخار سدیم پرفشار: در بین لامپهای تخلیه‌ی گاز که برای تأمین روشنایی عمومی به کار می‌روند لامپ بخار سدیم پرفشار از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. صرف نظر از رنگ نور نامناسب، این لامپ به دلیل داشتن بهره‌ی نور بالا و نیز طول عمر زیاد برای تأمین روشنایی معابر شهری مناسب است. در استفاده از این لامپها باید به این نکته توجه کرد که شاخص نمود رنگ این لامپها بسیار پایین است؛ لذا استفاده از این نوع لامپ برای محل‌هایی که در آنها افراد برای زمان‌های طولانی تردد دارند نظیر پیاده‌روها، مراکز خرید شهری، پارک‌ها و... مناسب نیستند. در مقابل برای تأمین روشنایی معابر شهری و بین شهری نظیر اتوبان‌ها، خیابان‌ها، جاده‌ها، تونل‌ها و پل‌ها استفاده از لامپهای بخار سدیم بهترین گزینه است. طبق بررسی‌های انجام شده لامپ کم‌فشار در طیف محصولات موجود در بازار داخل کشور قرار ندارد و در اکثر طراحی‌ها از لامپهای پرفشار استفاده می‌شود؛

۶- لامپ متال هالید:

لامپ متال هالید با داشتن نور سفید و درخشنده و نمود رنگ بسیار خوب و نیز راندمان قابل قبول امروز به سرعت در حال جایگزینی با انواع لامپها است. این نوع لامپها در محدوده ۲۰ تا ۲۰۰۰ وات تولید شده‌اند که از لامپهای با فشار نوری پایین‌تر در روشنایی داخلی، لامپهای با توان متوسط (۱۵۰-۲۵۰-۴۰۰) برای تأمین روشنایی سالن‌های کارخانه‌ها و معابر شهری و لامپهای با توان بالا در سایر کاربردها نظیر استادیوم‌های ورزشی، محوطه‌های خیلی بزرگ و... استفاده می‌شود. لامپ متال هالید از دو حباب بیرونی و داخلی تشکیل شده است. وظیفه‌ی حباب بیرونی محافظت از حباب داخلی در برابر رطوبت و تماس) و نیز جلوگیری از انتشار اشعه‌ی ماوراءبنفش است؛ چنانچه حباب بیرونی بشکند لامپ کماکان روشن می‌شود؛ اما استفاده از آن بسیار خطرناک است و می‌تواند آسیب جدی به چشم و پوست انسان وارد کند؛

۷- لامپ LED:

لامپ LED در واقع مجموعه‌ای از یک یا چند LED است که برای به دست آوردن شدت نور و رنگ مورد نیاز با یکدیگر در یک مجموعه قرار داده می‌شوند و از آنها برای تأمین روشنایی و یا تزئینات استفاده می‌شود. مشخصات منحصر به فرد باعث شده که لامپ LED به سرعت جایگزین سایر منابع تأمین روشنایی شود و از مصادیق بارز آن می‌توان به چراغ‌ها و علائم راهنمایی ساخته شده با LED اشاره کرد که در حال حاضر در کشورمان در مقیاس گسترده‌ای به کار گرفته شده‌اند. تولیدکنندگان لامپهای قدیمی که معروف‌ترین آنها شرکت OSRAM است به صورت

Brightness	220+	400+	700+	900+	1300+
Standard	25 W	40 W	60 W	75 W	100 W
Halogen	18 W	28 W	42 W	53 W	70 W
CFL	6 W	9 W	12 W	15 W	20 W
LED	4 W	6 W	10 W	13 W	18 W

شکل ۱: مقایسه بهره‌ی نوری انواع لامپ

نوع لامپها	راندمان نوری (lum/watt)	طول عمر (h)	کاربرد
لامپهای التهای	15-10	1000	منازل
لامپهای کم‌مصرف	65-45	8000	منازل و ادارات
بخار سدیم پرفشار	110-60	25000	روشنایی معابر، بزرگراه‌ها، خیابان‌های اصلی و میدان‌ها
بخار جیوه پرفشار	60-35	20000	روشنایی معابر، خیابان‌های فرعی، پارک‌ها، ساختمان‌های صنعتی
متال هالید	85-75	15000	سالن‌های ورزشی، استادیوم‌ها، مراکز خرید، پالایشگاه‌ها و ساختمان‌های بزرگ تجاری
LED	120-75	50000	محدودیت استفاده ندارد

جدول ۱: اطلاعات مربوط به لامپها

گسترده‌ای بر روی تولید لامپ‌های LED سرمایه‌گذاری کرده‌اند.

مزایای لامپ LED

۱) طول عمر: اولین و مهم‌ترین پارامتر طول عمر لامپ‌های LED است. لامپ‌های LED طول عمری بین ۵۰/۰۰۰ تا ۶۰/۰۰۰ ساعت دارند. این طول عمر قابل مقایسه با طول عمر لامپ‌های دیگر نیست. جدول یک نمودار مقایسه‌ی طول عمر انواع لامپ‌ها را نشان می‌دهد؛

۲) بازده نوری (lum/watt): از دیگر مزیت‌های لامپ‌های LED می‌توان به بازده نوری بالای این لامپ‌ها اشاره کرد. در حال حاضر لامپ‌های LED بازده‌ای بین ۷۴ تا ۱۲۰ لومن بر وات دارند و این در حالی است که این مقدار برای لامپ‌های رشته‌ای ۱۰ تا ۱۵ لومن بر وات، برای لامپ‌های کم‌مصرف ۴۵ تا ۶۵، برای لامپ‌های بخار جیوه ۳۵ تا ۶۰، برای لامپ‌های بخار سدیم ۶۰ تا ۱۱۰ و برای لامپ‌های متال هالید ۷۵ تا ۸۵ لومن بر وات است. شکل یک نمودار مقایسه‌ی بازده نوری انواع لامپ‌ها را نشان می‌دهد؛

۳) Response Time: لامپ‌های LED به‌محض رسیدن ولتاژ به آن‌ها روشن می‌شوند (کمتر از 20ms)؛ اما به‌عنوان مثال لامپ‌های متال هالید زمانی بالغ‌بر ۵ دقیقه لازم دارند تا به حداکثر نور خود برسند؛ یعنی لامپ‌های LED (پانزده میلیون بار) سریع‌تر روشن می‌شوند. مشکل دیگر در لامپ‌های متال هالید این است که اگر این لامپ‌ها بیش از ۵ دقیقه روشن باشند گرم می‌شوند و بعد از خاموشی دیگر فوراً روشن نمی‌شوند؛ زیرا حس‌گر داخل لامپ اجازه روشن کردن مجدد لامپ را تا زمانی که لامپ سرد نشده، نمی‌دهد. حدوداً ۳ دقیقه طول می‌کشد تا حس‌گر اجازه‌ی ورود ولتاژ را بدهد و بعدازآن ۴ تا ۵ دقیقه زمان لازم است تا به حداکثر نور خود برسد؛

۴) On/off: طول عمر لامپ‌های LED به‌هیچ‌وجه تابعی از تعداد روشن و خاموش شدن نیست. می‌توان لامپ‌های LED را میلیون‌ها بار روشن و خاموش کرد. درواقع طول عمر LED ها تنها به مدت زمان روشن ماندن بستگی دارد؛

۵) تنظیم شدت نور: امکان تنظیم نور در لامپ‌های LED با استفاده از فناوری PWM (Pulse Width Modulation) که کنترل سطح ولتاژ به کمک تغییر پهنای پالس است و در اکثر میکرو و اپایشگرها موجود است به‌راحتی امکان‌پذیر است؛

۶) تنظیم زاویه تابش: در لامپ‌های LED نور در تمام جهات منتشر نمی‌شود و به دلیل موجود بودن عدسی‌هایی با زوایای دل‌خواه نوری، کاملاً قابل کنترل است؛

۷) کاهش نور: کلیه‌ی لامپ‌ها به‌جز LED باگذشت زمان دچار افت شدید شدت نور می‌شوند؛

۸) منبع تغذیه: LED ها قابلیت تغذیه هم با جریان AC و هم جریان DC با مصرف کم را دارند؛ لذا می‌توانند از منابع انرژی خورشیدی و یا باتری نیز برای تأمین نیروی خود استفاده کنند.

تحلیل اقتصادی

روش‌های زیادی برای محاسبه‌ی توانایی اقتصادی پروژه‌های مدیریتی مصرف انرژی وجود دارد. هزینه‌ی سرمایه‌گذاری تجهیزات جدید، هزینه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و هزینه‌ی انرژی باید قبل و بعد از پروژه‌ی جدید مقایسه شوند تا میزان صرفه‌ی اقتصادی آن مشخص شود.

۱- دوره‌ی بازپرداخت ساده

یکی از متداول‌ترین روش‌ها برای ارزیابی ارزش اقتصادی یک پروژه تحلیل بازگشت هزینه‌ی ساده است. این روش نسبت هزینه‌ی اولیه به صرفه‌جویی سالیانه را می‌سنجد؛

۲- نرخ بازگشت اولیه‌ی ساده

نرخ بازگشت اولیه درواقع معکوس بازه‌ی زمانی بازگشت هزینه‌ی ساده است؛ یعنی نسبت صرفه‌جویی سالیانه به سرمایه‌گذاری اولیه؛

۳- ارزش فعلی خالص

دوره‌ی بازپرداخت ساده و نرخ بازگشت اولیه‌ی ساده بسیار ساده هستند. در هر تحلیل جدی‌تر، ارزش زمانی پول در نظر گرفته می‌شود؛ درحقیقت یک‌دلاری ۱۰ سال آینده ارزشی برابر یک دلاری نخواهد داشت که هم‌اکنون در جیب شما قرار دارد. برای محاسبه‌ی این اختلاف‌ها لازم است که تحلیل ارزش فعلی خالص انجام گیرد؛

۴- نرخ داخلی بازگشت سرمایه

نرخ درونی بازگشت شاید متقاعدکننده‌ترین روش اندازه‌گیری پروژه‌های مدیریتی مصرف است. درحقیقت این روش تحلیل به ما امکان مقایسه‌ی سرمایه‌گذاری در پروژه‌های مدیریتی مصرف را با دیگر سرمایه‌گذاری‌های سودآور نظیر سود سپرده‌گذاری بانک‌ها و مؤسسات مالی می‌دهد.

جایگزینی لامپ LED به‌جای فلورسنت در ساختمان شرکت توزیع برق استان فارس

همان‌گونه که می‌دانید درگذشته برای مصارف روشنایی از لامپ‌های رشته‌ای استفاده می‌شد که به‌مرورزمان لامپ‌های کم‌مصرف فلورسنت جایگزین آن‌ها شد؛ اما از آنجایی که این‌گونه لامپ‌ها نیز طول عمر پایین و مصرف نسبتاً بالایی داشتند به‌مرور جای خود را به لامپ‌های LED دادند. لامپ‌های LED همان‌گونه که دارای طول عمر بالا و مصرف پایین

هستند، بیشترین مقدار انرژی دریافتی را به نور تبدیل می‌کنند.

برای بررسی مزایا و معایب استفاده از لامپ‌های LED، این مقاله به بررسی یک نمونه‌ی اجرایی از استفاده از این لامپ‌ها در ساختمان حوزه‌ی ستادی شرکت توزیع نیروی برق استان فارس می‌پردازد. در ساختمان حوزه‌ی ستادی شرکت توزیع فارس حدود ۲۱۰۰ لامپ فلورسنت موجود بود که شامل ۱۷۰۰ لامپ فلورسنت ۲۰ وات و ۴۰۰ لامپ فلورسنت ۴۰ وات بوده است. کیلووات مصرفی=توان مصرفی لامپ‌ها * تعداد لامپ‌ها

$$\text{وات} = 400 * 1700 + 40 * 20 = 50000$$

در گذشته دلیل عمده‌ی استفاده از لامپ‌های مهتابی به جای لامپ‌های رشته‌ای ویژگی نور سفید و تولید گرمای به‌مراتب کمتر و مصرف انرژی کمتر بوده است؛ اما وجود مقدار کمی بخار جیوه در لامپ خطرناک است؛ بنابراین با توجه به اطلاعات فوق میزان مصرف انرژی در قبض برق شرکت در یک دوره در جدول ۲ نشان داده شده است.

قبض برق شرکت	می‌انباری (KWH)	اوج بار (KWH)	کم‌باری (KWH)	کل مصرف (KWH)	مبلغ (ریال) مصرفی (KW)	دیماندا
دوره ۹۴/۳	20800	3520	7120	31440	64,592,000	50

معادلات

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود میزان مصرف انرژی این ساختمان در دوره‌ی ۹۵/۳ حدود ۲۷۶۰۰ کیلووات ساعت است که در مقایسه با دوره‌ی مشابه سال قبل حدود ۳۸۴۰ کیلووات ساعت کاهش یافته و این در حالی است که در سال ۹۵ تجهیزات برقی مانند تابلو روان LED با فیوز ۳۲ آمپر و سیستم سرمایشی اسپلیت نیز اضافه شده است. صرفه‌جویی ریالی حاصل از این کاهش در قبض حدود ۸,۶۹۶,۰۰۰ ریال در یک دوره است.

جدول ۲: مصرف انرژی ساختمان شرکت توزیع برق فارس در دوره‌ی ۹۴/۳

همچنین با توجه به اینکه طول عمر لامپ فلورسنت حدود ۲۰۰۰ ساعت و لامپ‌های LED حدود ۵۰۰۰۰ ساعت است و توان مصرفی لامپ‌های فلورسنت در صورتی که تمام آن‌ها روشن باشند در حدود ۵۰۰۰۰ وات است که با جایگزینی این لامپ‌ها با لامپ‌های LED (تعویض لامپ‌های ۴۰ وات و ۲۰ وات فلورسنت با لامپ‌های ۱۸ وات و ۹ وات LED) میزان توان مصرفی به ۲۲۵۰۰ وات رسید.

کیلووات مصرفی=توان مصرفی لامپ‌ها * تعداد لامپ‌ها

$$\text{وات} = 400 * 1700 + 18 * 9 = 22500$$

لامپ LED استفاده شده دارای نور صدفی و رتبه‌ی انرژی A است. طول عمر این لامپ‌ها ۵۰۰۰۰ ساعت کارکرد بدون نیاز به چوک و استارتر است و دارای ضریب شار نوری در ۱۰۰۰ ساعت کارکرد بالای ۹۷ درصد بدون نیاز به تعویض پایه است. اطلاعات مربوط به میزان مصرف انرژی پس از تعویض لامپ‌ها در دوره‌ی مشابه سال ۹۵ در جدول ۳ نشان داده شده است.

قبض برق شرکت	می‌انباری (KWH)	اوج بار (KWH)	کم‌باری (KWH)	کل مصرف (KWH)	مبلغ (ریال) مصرفی (KW)	دیماندا
دوره ۹۵/۳	18400	3120	6080	27600	55,896,000	22/5

جدول ۳: مصرف انرژی ساختمان شرکت توزیع برق فارس در دوره‌ی ۹۵/۳

هزینه‌ی خرید لامپ‌های LED

$$\text{ریال} = 729,400,000 = 1700 * 320,000 + 400 * 400$$

هزینه‌ی خرید لامپ‌های فلورسنت:

$$\text{ریال} = 15,100,000 = 400 * 800 + 1700 * 700$$

با توجه به طول عمر لامپ LED و فلورسنت می‌توان گفت در طول عمر لامپ LED که حدود ۵۰,۰۰۰ ساعت است لامپ‌های مهتابی بایستی ۲۵ بار تعویض شوند؛ بنابراین هزینه‌ی خرید لامپ‌های مهتابی:

$$\text{ریال} = 377,500,000 = 25 * 15,100,000$$

در صورت استفاده از لامپ LED این هزینه به میزان ۷۲۹,۴۰۰,۰۰۰ ریال می‌رسد؛ همچنین در هر دوره حدود ۸,۶۹۶,۰۰۰ ریال نیز صرفه‌جویی ناشی از مصرف انرژی خواهیم داشت؛ بنابراین با صرف نظر کردن از هزینه‌ی تعمیر و نگهداری که برای لامپ‌های LED کمتر است مدت‌زمان بازگشت سرمایه با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Simple Pay Back} = \frac{\Delta P}{A}$$

فرمول بالا نرخ بازگشت سرمایه‌ی ساده است که در آن:

ΔP هزینه اولیه اضافی و

A سود خالص سالیانه

از اجرای طرح است.

$$\text{سال} = \frac{729,400,000 - 377,500,000}{8,696,000 * 12} = 3 / 37$$

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود ظرف مدت حدود ۱۱۲۳۳ ساعت بازگشت سرمایه خواهیم داشت که حدود ۳/۳۷

سال می‌شود. با توجه به اینکه طی پانزده سال ۵۰۰۰۰ ساعت کارکرد دارد؛ لذا طی ۳/۳۷ سال ۱۱۲۳۳ ساعت کارکرد خواهد داشت. با توجه به اینکه مدت‌زمان بازگشت سرمایه ۳/۳۷ سال است و با در نظر گرفتن ۵۰۰۰ ساعت عمر لامپ LED که حدود ۱۵ سال می‌شود با احتساب روزهای تعطیل و اینکه هر لامپ در طول یک شبانه‌روز ۸ ساعت روشن است و با در نظر گرفتن جدول ۴ می‌توان به این نتیجه رسید که اگر نرخ سود سپرده‌گذاری یک موسسه‌ی مالی ۲۹ درصد یا کمتر باشد این پروژه مدیریت مصرف سودآور است در غیر این صورت بهتر است این هزینه ذخیره و سود بانکی آن گرفته شود.

Life (years)	9%	11%	13%	15%	17%	19%	21%	23%	25%	27%	29%	31%	33%	35%	37%	39%
1	0.92	0.90	0.88	0.87	0.85	0.84	0.83	0.81	0.80	0.79	0.78	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72
2	1.76	1.71	1.67	1.63	1.59	1.55	1.51	1.47	1.44	1.41	1.38	1.35	1.32	1.29	1.26	1.24
3	2.53	2.44	2.36	2.28	2.21	2.14	2.07	2.01	1.95	1.90	1.84	1.79	1.74	1.70	1.65	1.61
4	3.24	3.10	2.97	2.85	2.74	2.64	2.54	2.45	2.36	2.28	2.20	2.13	2.06	2.00	1.94	1.88
5	3.89	3.70	3.52	3.35	3.20	3.06	2.93	2.80	2.69	2.58	2.48	2.39	2.30	2.22	2.14	2.07
6	4.49	4.23	4.00	3.78	3.59	3.41	3.24	3.09	2.95	2.82	2.70	2.59	2.48	2.39	2.29	2.21
7	5.03	4.71	4.42	4.16	3.92	3.71	3.51	3.33	3.16	3.01	2.87	2.74	2.62	2.51	2.40	2.31
8	5.53	5.15	4.80	4.49	4.21	3.95	3.73	3.52	3.33	3.16	3.00	2.85	2.72	2.60	2.48	2.38
9	6.00	5.54	5.13	4.77	4.45	4.16	3.91	3.67	3.46	3.27	3.10	2.94	2.80	2.67	2.54	2.43
10	6.42	5.89	5.43	5.02	4.66	4.34	4.05	3.80	3.57	3.36	3.18	3.01	2.86	2.72	2.59	2.47
15	8.06	7.19	6.46	5.85	5.32	4.88	4.49	4.15	3.86	3.60	3.37	3.17	2.99	2.83	2.68	2.55
20	9.13	7.96	7.02	6.26	5.63	5.10	4.66	4.28	3.95	3.67	3.43	3.21	3.02	2.85	2.70	2.56
25	9.82	8.42	7.33	6.46	5.77	5.20	4.72	4.32	3.98	3.69	3.44	3.22	3.03	2.86	2.70	2.56
30	10.27	8.69	7.50	6.57	5.83	5.23	4.75	4.34	4.00	3.70	3.45	3.22	3.03	2.86	2.70	2.56

نرخ بازگشت سرمایه ۳/۳۷ سال است.

جدول ۴: تابع ارزش کنونی برای تخمین نرخ بازگشت داخلی

جدول فوق با در نظر گرفتن عمر مفید لامپ و مدت‌زمان بازگشت سرمایه، درصد سود بانکی را به ما نشان می‌دهد که اگر کمتر از این سود در بانک‌های کشور پرداخت شود بهتر است در زمینه‌ی خرید لامپ اقدام شود و اگر سود بانکی از مقدار به‌دست‌آمده بیشتر باشد، بهتر است پول موجود ذخیره شود.

نتیجه‌گیری

در حال حاضر لامپ‌های LED بازده‌ای بین ۲۰ تا ۴۰ لومن بر وات دارند در حالی که این مقدار برای لامپ‌های التهای ۱۲ تا ۱۵ لومن بر وات است. نکته‌ای که باعث تمایز و برتری بازده لامپ‌های LED نسبت به سایرین می‌شود این است که اولاً نور تولیدشده توسط آن‌ها در تمام فضا پراکنده نمی‌شود؛ ثانیاً شامل پرتوهای فرابنفش و مادون‌قرمز نیستند و این باعث می‌شود که نور آن‌ها در فضای موردنظر نسبت به سایر لامپ‌ها بیشتر باشد؛ همچنین با توجه به قیمت خرید و میزان مصرف انرژی و مدت‌زمان کارکرد آن‌ها با در نظر گرفتن مطالعات انجام‌شده، در زمان کوتاه سرمایه‌ی اولیه بازمی‌گردد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود میزان سرمایه‌گذاری برای نصب لامپ‌های فلورسنت در بازه زمانی ۵۰۰۰۰ ساعت کارکرد لامپ LED، ۳۷۷/۵ میلیون ریال است؛ این در حالی است که هزینه‌ی تعویض لامپ‌های LED ۲۲۹ میلیون ریال است. با توجه به میزان صرفه‌جویی ریالی انجام‌شده در قبض برق ناشی از یک دوره که ۸/۶ میلیون ریال است می‌توان نتیجه گرفت با توجه به کارکرد ۸ ساعتی هر لامپ در شبانه‌روز، در یک بازه ۳/۳۷ سال سرمایه بازمی‌گردد. باید اضافه کرد که اثرات زیست‌محیطی ناشی از سوختن سوخت‌های فسیلی در نیروگاه‌ها برای تولید این میزان برق اضافی نیز کاهش می‌یابد که این اثرات شامل آلاینده‌هایی نظیر SO₂، CO₂، CO، NO_x و غیره است.

منابع

- ۱- جبارزاده، شهرام. بهترین منبع روشنایی و کاهش مصرف برق: لامپ‌های LED. هفته‌نامه‌ی برق.
- ۲- ترکی، فروغ؛ رحمانی، مهدی. بررسی مزایای جایگزینی لامپ‌های LED به‌جای منابع روشنایی متعارف. ششمین همایش ملی انرژی، خرداد ۱۳۸۶.
- 3- www.philips.com
- 4- www.cree.com
- 5- www.irannoor.com
- 6- www.behnour.com
- 7- www.barghnews.com
- 8- www.arend.ir
- 9- www.iranlumen.com
- 10- Gillbert M. Master «Renewable and Efficient Power System» 2004 John Wiley and Sons.