

به نام خدا

شرکت مهندسی شایان برق

واحد تحقیق و توسعه

نویسندگان: رسول یساولی مدیر تحقیق و توسعه

حمید بیرانوند کارشناس برق تحقیق و توسعه

www.shayanbargh.com

shayan-randd@hotmail.com

بررسی ویژگی ها و برتریهای فنی چراغهای LED



تیر ماه 90

3.....مقدمه

4.....بخش اول: بررسی وضعیت مصرف روشنایی در کشور

5.....بخش دوم: معرفی و بررسی انواع LED

8.....بخش سوم مشخصات ویژه و مهم LED ها

14.....بخش چهارم مقایسه ویژگیهای چراغهای led با سایر چراغهای روشنایی

www.shayanbargh.com

مقدمه

محصولات روشنایی با استفاده از دیودهای نوری (LEDها) هر روز در بازار روشنایی بیشتر می شوند. با توجه به مزایایی از قبیل مصرف کم انرژی، طول عمر زیاد، و انعطاف پذیری و دیگر تواناییهای آنها، محصولات چراغهای LED در برخی محصولات روشنایی، توانایی جایگزینی با سایر منابع نوری سنتی مشابه را دارا می باشند. با توجه به ضرورت کاهش تلفات انرژی الکتریکی در سطح شبکه های فشار ضعیف یکی از نقاط تلفات زا و مشکل ساز وجود چراغهای کم بازده و پرمصرف در سیستم روشنایی شهری، مسکونی و تجاری است که این موضوع یکی از دلایل روی آوردن به استفاده از چراغهای جایگزینی است که علاوه بر مصرف کم از بازدهی مناسبی نیز برخوردار باشد.

در کشور ما به دلیل بعضی سیاستگذاری های ناهمگون در گذشته و اختصاص یارانه های کلان به بخشهای مصرف و فرهنگ عمومی مصرف کنندگان که چندان خود را ملزم به رعایت مصرف بهینه و صرفه جویی نمی دانستند اتلاف انرژی الکتریکی در حد غیر قابل قبولی قرار داشته است و این موضوع بالطبع پیامدهای منفی و ناگواری را برای اقتصاد ملی و اتلاف منابع انرژی داشته است. هم اکنون به دلیل حفظ منابع انرژی و حرکت به سمت اصلاح الگوی مصرف و با افزایش قیمت حاملهای انرژی و همینطور حذف یارانه برق و افزایش بهای آن تقاضای مشتریان برای محصولات روشنایی LED افزایش یافته است.

در این گزارش به بررسی و مطالعه مشخصات LED ها بویژه به شکل فنی خواهیم پرداخت. در این مقاله سعی بر آن است که به معرفی LED به طور کلی و استفاده از آن در صنایع روشنایی و همچنین معرفی محصولات روشنایی شرکت مهندسی شایان برق در کاربریهای مسکونی- تجاری- اداری، نظیر چراغهای LED جایگزین لامپهای رشته ای و هالوژن و چراغهای تیوب LED جایگزین لامپهای مهتابی فلورسنتی، ونورافکنهای LED و چراغهای خیابانی LED جایگزین چراغهای گازی مورد استفاده در روشنایی شهری و صنعتی بپردازیم.

بررسی وضعیت مصرف روشنایی در کشور:

استفاده از انرژی الکتریکی در روشنایی یکی از بخشهای اصلی مصرف برق را شامل می گردد. استفاده از انرژی برق در روشنایی خانگی، عمومی، تجاری، صنعتی و کشاورزی کاربرد دارد. جدولهای زیر سهم مصرف روشنایی در بعضی از کشورهای جهان و همچنین میزان مصرف روشنایی در کشور را به نقل از آمار صنعت برق در سال گذشته نمایش می دهد.

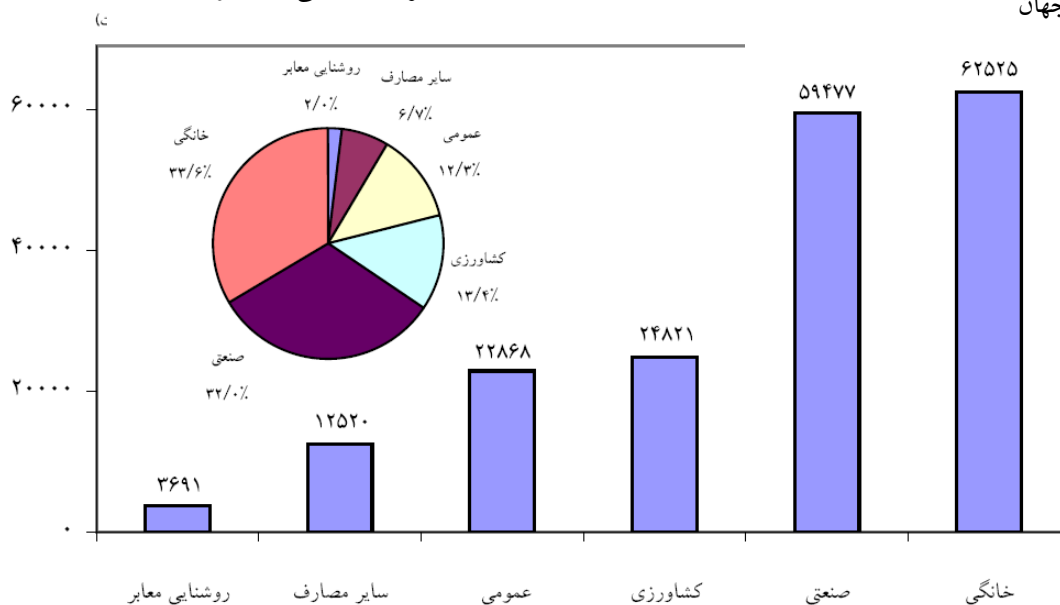
سهم روشنایی (درصد)		سهم مصرف انرژی از کل مصرف (درصد)	بخش مصرف کننده
از کل انرژی	در بخش		
8	23	33/6	خانگی
4	35	12/3	عمومی
2	5	32	صنعتی
0/1	1	13/4	کشاورزی
2	100	2	معابر
4	60	6/7	سایر مصارف
20	-----	100	جمع

نام کشور	سهم روشنایی از کل مصرف برق (درصد)
ایران	20
هند	15
امریکا	13
چین	12
فرانسه	8
ایتالیا	7

جدول 1: سهم مصرف روشنایی در

چند کشور جهان

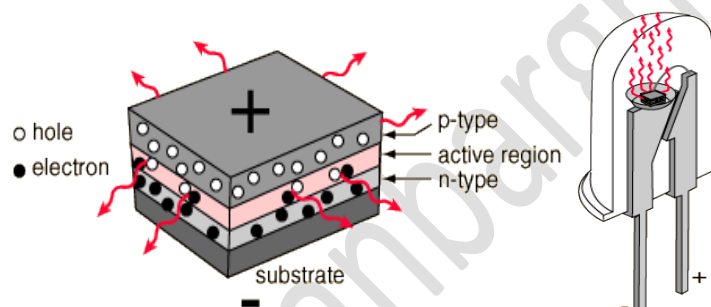
جدول 2: وضعیت مصرف روشنایی در کشور



نمودار 1: فروش انرژی برق به تفکیک تعرفه ها در سال 1389

معرفی و بررسی انواع LED:

دیود منتشر کننده نور LED (Light Emitting Diode) نیمه هادی حالت جامد است که انرژی الکتریکی را به نور تبدیل می کند. در واقع خاصیتی که led ها را از سایر نیمه هادی ها متمایز می سازد این است که وقتی جریان الکتریکی از led عبور می کند فوتون و گرما تولید می شود. بخش اصلی تشکیل دهنده led که chip نامیده می شود از دو بخش نیمه هادی نوع n و نوع p تشکیل می یابد. هنگامی که الکترونها و حفره ها در ناحیه پیوند با یکدیگر برخورد می کنند و ترکیب می گردند فوتون تولید می شود.

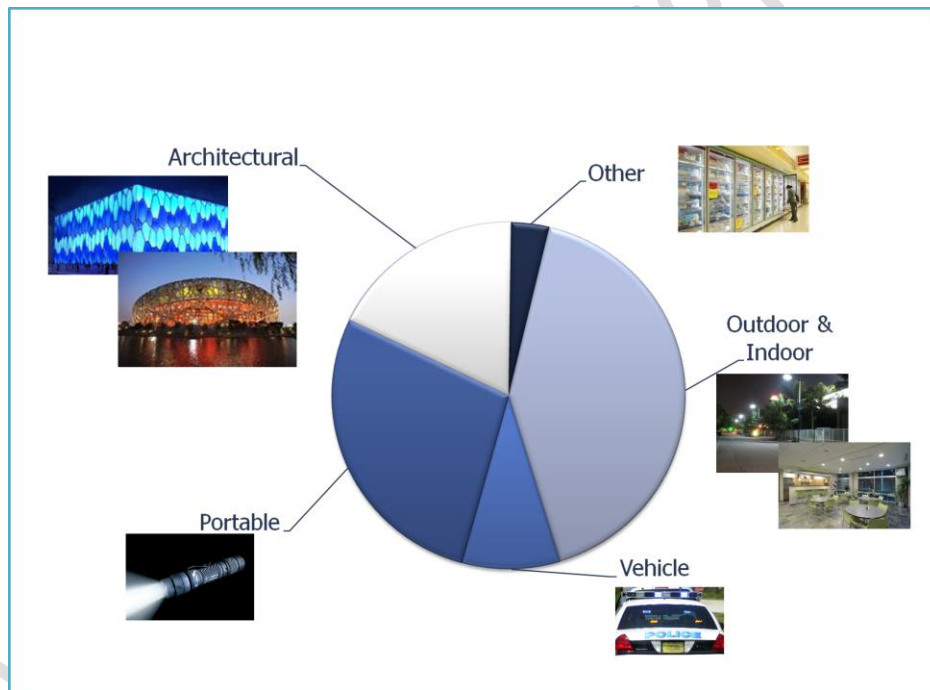


تصویر 1: ساختمان led

در سال های اخیر سیر تحول عظیمی در روند تولید این محصول را شاهد بوده ایم و علیرغم تصور عمومی، نه تنها در نمایشگرها، تابلوها و دستگاه های تخصصی به کار می روند بلکه از دنیای خود فراتر رفته وارد دنیای جدید نور پردازی و زیبا سازی گشته اند و استفاده بسیار وسیعی در صنعت روشنایی دارد. لامپهای led دارای پتانسیل قابل توجهی در زمینه بهسازی مصرف انرژی هستند. در ادامه به معرفی و شناسایی انواع led می پردازیم و مشخصات عمومی آنها را بررسی خواهیم نمود. و مزایا و برتریهای led ها را نسبت به سایر منابع روشنایی سنتی برخواهیم شمرد.

کاربردهای led در روشنایی:

امروزه از led ها در بخشهای مختلف استفاده می گردد . led ها در روشنایی داخلی و خارجی ، صنایع خودرو سازی و تزئینات خودرو ، در معماری و نورپردازی شهری ، در ساخت چراغهای سیار و بخشهای دیگر. از عمده ترین بخشهایی که led ها در آنها مورد استفاده و کاربرد قرار می گیرند روشناییهای داخلی و خارجی است. در این بخشها از چراغهای led خیابانی و نورافکنها و چراغهای روشنایی مخصوص تونلها در مصارف خارجی و از چراغها و لامپهای تیوب led جایگزین مهتابیهای فلورستی و لامپهای led با انواع سرپیچهای استاندارد در کاربری های داخلی در خانه ها و اماکن تجاری و اداری استفاده می گردد. در نمودار زیر تقسیم بندی کاربری led در روشنایی در بخشهای مختلف را می بینید.



نمودار 1: کاربریهای مختلف led

انواع led

LED ها به طور کلی به دو نوع low power و high power تقسیم می شوند . led هایی که با جریان هایی در حد چند ده میلی آمپر درایو می شوند در دسته led های با توان پایین قرار می گیرند این led ها شامل led هایی

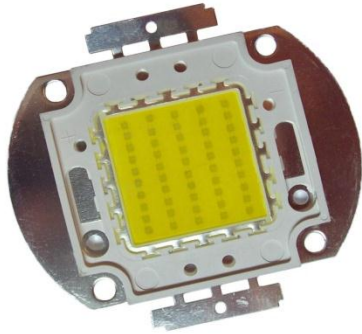
هستند که بیشتر در گذشته و در وسایل برقی و الکترونیکی به صورت چشمک زن و نمایشگر استفاده می گردیدند. این نوع led ها در اندازه های و شکل های مختلف وجود دارد. به طور مثال در اندازه های 3 و 5 و 8 میلیمتری و با 2 یا 3 یا 4 پایه موجود هستند. در تصویر زیر led هایی از این دست را در شکل های مختلف ملاحظه می کنید.



تصویر 2: انواع led نوع low power

led های نسل جدید با هدف استفاده در صنایع روشنایی و کاربرد در محصولات روشنایی به بازار آمده است و هر روزه شاهد پیشرفت تکنولوژی ساخت led ها هستیم. این نوع led ها در حال حاضر با توانهای 1، 3، 5، 10، 30، 50، 60 و 100 وات در بازار موجود است. البته مبنای ساخت led های با توان بالای 10 وات بر اساس استفاده از چندین led chip یک وات است. ولتاژهای کارکرد این led ها از حدود 3 ولت تا 33 ولت مستقیم می باشد و جریانهای راه اندازی آنها از 350 میلی آمپر تا 3000 میلی آمپر می باشد.

Led ها نور را در باند بسیار کوچکی از طول موجها که تولید شدت رنگ نور می کنند، ساطع می کنند. به همین دلیل led ها ساطع کننده نور تک رنگ هستند و از آنجایی که در روشنایی به نور سفید یا طیف گسترده نیاز است، تکنولوژی ساخت led های سفید رنگ ایجاد شد. یک روش بر اساس ترکیب سه رنگ (قرمز، آبی و سبز) در یک پوشش و روش دیگر استفاده از فسفر برای تبدیل بخشی از نور به رنگهای دیگر می باشد. روش دوم به این دلیل که هزینه کمتر دارد بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد. در تصویر 3 چند نوع از led های نوع high power را می بینید.



تصویر 3: high power led

بخش سوم

مشخصات ویژه و مهم LED ها :

- توان مصرفی کم: توان مصرفی در led ها بسیار پایین است و این موضوع باعث کاهش مصرف انرژی و در نتیجه کاهش هزینه های جانبی از قبیل کاهش سطح مقطع کابل های مورد استفاده به منظور تامین تغذیه برق و در نهایت کاهش صورتسابق برق مصرفی می گردد.
- اندازه کوچک : اندازه کوچک led ها سبب گردیده است که انعطاف پذیری خیلی خوبی برای تولید و ساخت محصولات روشنایی مختلف از کاربری هایی برای تامین نیازمندی های خاص و چراغ های روشنایی خانگی تا محصولات روشنایی شهری و نورپردازی داشته باشد.
- دوام و قابلیت اطمینان بالا: به این دلیل که در ساخت led ها از هیچ گونه فیلامان یا تیوب شکستنی استفاده نمی گردد قابلیت دوام و اطمینان بالایی نسبت به سایر منابع روشنایی هستند و در مقابل ضربه های خارجی بسیار مقاوم تر از سایر لامپها هستند . و همچنین برخلاف لامپهای رشته ای و فلورسنت ، اعمال شوک های خارجی باعث آسیب رساندن به led نمی شود.
- عدم وابستگی طول عمر به خاموش و روشن شدن زیاد: طول عمر لامپهای led تابعی از تعداد روشن و خاموش شدن نیست. می توان لامپهای led را میلیونها بار روشن و خاموش کرد. در واقع طول عمر led تنها به مدت زمان روشن ماندن بستگی دارد. ولی لامپهای دیگر به این شکل نیستند و طول عمر آنها با روشن

و خاموش شدن کم می شود. بنابراین led ها برای بکارگیری در محلهایی که نیاز به دفعات زیادی روشن و خاموشی دارد وسایل ایده آلی محسوب می گردند.

- ضریب وضوح رنگ بالا (CRI): led ها در ایجاد طیف نوری که رنگ طبیعی اجسام را با دقت بسیار زیاد نشان دهد توانایی فوق العاده ای دارد. در تصویر زیر می توان تاثیر استفاده از نور led را نسبت به لامپ گازی دریافت . در زیر نور چراغهای led ضریب تشخیص رنگ بیشتر از 80 است.



HPS

LED

تصویر 4: مقایسه ضریب تشخیص رنگ در چراغ LED و بخار سدیم پرفشار

	LED	فلورسنت	رشته ای	گازی- متال هالید	کم مصرف - CFL	گازی- بخار سدیم
ضریب تشخیص رنگ (CRI)	>80	60	100	65~80	65~80	<50

جدول 3: مقایسه ضریب تشخیص رنگ در انواع لامپها

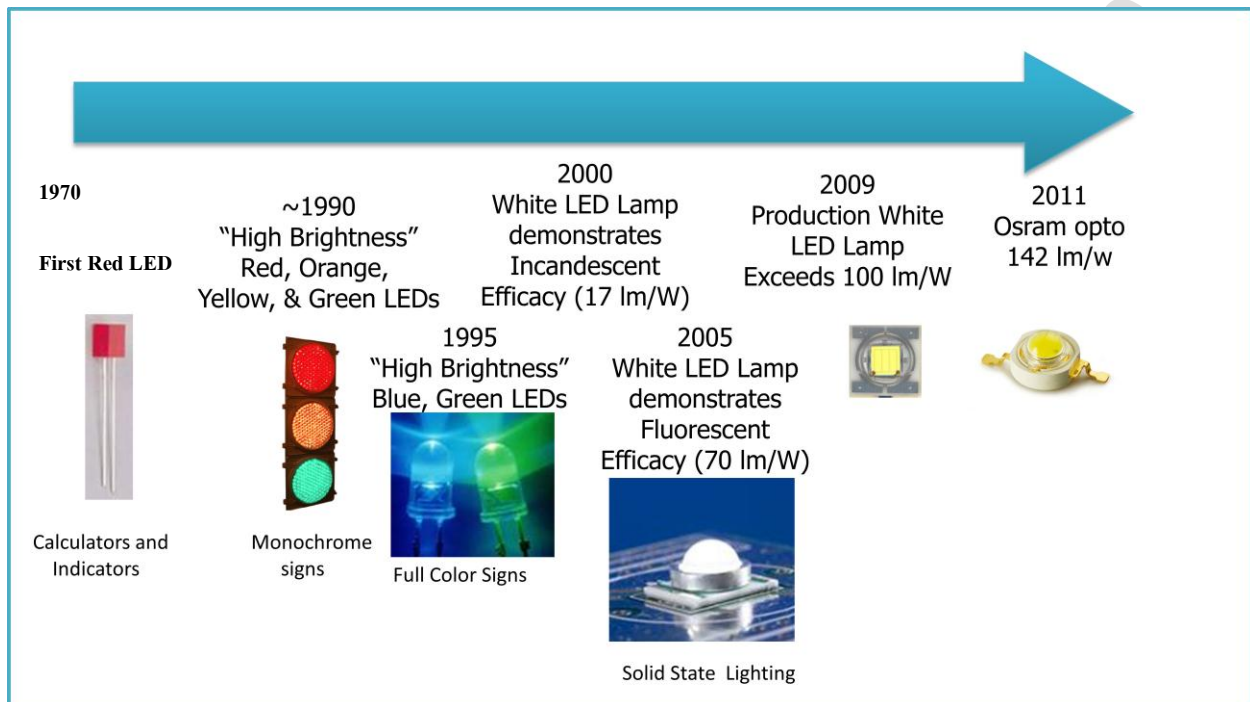
- زمان پاسخگویی خیلی سریع (**Response Time**): لامپهای led به محض رسیدن ولتاژ به آنها روشن میشوند (کمتر از 20 میکرو ثانیه) ولی لامپهای گازی زمانی بالغ بر 4 دقیقه لازم دارند تا به حداکثر نور خود برسند. یعنی لامپهای led پانزده میلیون بار سریعتر از لامپهای گازی روشن می شوند.

- کنترل نور و زاویه تابش: led ها به دلیل ابعاد و اندازه های کوچک آنها و حتی انتخاب نوع بسته بندی و استفاده از گونه های مختلف لنزها و عدسی های مختلف دارای مزایای کنترل نوری و زاویه های تابش فوق العاده ای هستند و از اتلاف نور و روشنایی در قسمتهایی که مورد نیاز طراح یا کاربر است جلوگیری می گردد. با استفاده از لنزهای مختلفی که برای led ها طراحی و ساخته شده است می توان به پخش نورهای متفاوت و مختلفی دست یافت. به طور مثال در لامپهای گازی نور در تمامی جهات منتشر می شود. این نور به سختی قابل کنترل است و نمی توان آن را به راحتی متمرکز کرد. برای مثال اگر بخواهیم یک دیوار را به کمک این پروژکتورها روشن کنیم باید از رفلکتور استفاده کنیم که خواه ناخواه مقداری از نور جذب رفلکتور می گردد و از کنترل خارج می گردد. ولی در لامپهای led به دلیل استفاده از لنزهایی با زوایای دلخواه نوری کاملاً قابلیت کنترل وجود دارد. و اگر بخواهیم به نور عمق بدهیم مثلاً دیوار بلندی را روشن کنیم می توانیم از لنزهای Narrow استفاده کنیم و یا اگر بخواهیم مساحت زیادی را به صورت وسیع روشن کنیم از لنزهای Wide استفاده می کنیم. اما این کار با لامپهای گازی به سختی و با اتلاف نور امکان پذیر است.



تصویر 5: انواع لنزهای مورد استفاده در چراغهای led

- بهره نوری: بهره نوری led ها در حال حاضر در حدود 120lm/w می باشد. البته با توجه به رشد صنعت و روشهای تولید و بهبود تکنولوژی ساخت led بهره نوری led به شدت در حال رشد می باشد. و پیش بینی شده است که تا 4 سال آینده بهره نوری در led به 200lm/w برسد. با نگاهی به تصویر 5 رشد بهره نوری در led ها را می توان تاکنون بررسی نمود.



تصویر 6: رشد بهره نوری در led

- سازگاری با محیط زیست: led ها بیشترین سازگاری را نسبت به سایر منابع روشنایی با محیط زیست دارا می باشند. Led ها 10٪ لامپهای رشته ای گاز دی اکسید کربن تولید می کنند که در تولید گازهای گلخانه ای نقش دارد. و در ساخت آنها از جیوه استفاده نمی گردد. در مقایسه با لامپهای CFL که در ساخت آنها به طور متوسط از 4 میلی گرم جیوه استفاده می گردد. همچنین led ها اشعه مادون قرمز و اشعه ماوراءبنفش مضر ایجاد نمی کنند.
- سازگاری با سیستمهای تغذیه خورشیدی: با استفاده از چراغهای led نیاز به سیستم مبدل تغذیه باتری به جریان متناوب از بین می رود. چراغهای led به کمک سیستمهای سولار یک مجموعه فتوولتائیک با ویژگیهای منحصر بفرد ایجاد می کنند.

بررسی بخشهای مختلف تشکیل دهنده چراغهای led :

بطور کلی چراغهای led از بخشهای اصلی زیر تشکیل می گردد:

- Led
- عدسی (لنز)
- مجموعه قاب و هیت سینک
- برد های مدار چاپی (pcb)
- منبع تغذیه (Led driver)

با توجه به اینکه منابع تغذیه نقش مهمی در کیفیت چراغهای led ایفا می کنند به بررسی برخی ویژگیهای آنها می پردازیم. منابع تغذیه مورد استفاده در چراغهای led از نوع سوئیچینگ هستند و رنج ولتاژ ورودی کاملی را پوشش می دهند و در توانهای مختلف طراحی و ساخته شده اند . انواع بدون فریم آن بیشتر مورد استفاده در لامپهای led و تیوبهای led است . و در چراغهای خیابانی led و نورافکنهای led از انواع دیگر که دارای درجه حفاظت حداقل ip 65 هستند استفاده می گردد. از ویژگیهای مهم این منابع تغذیه رنج ولتاژ ورودی وسیع آنهاست ، معمولاً بین 100 تا 300 ولت متناوب ورودی آنهاست و در انواع جریان ثابت و ولتاژ ثابت طراحی شده اند . سایر ویژگیهای آن عبارت است از:

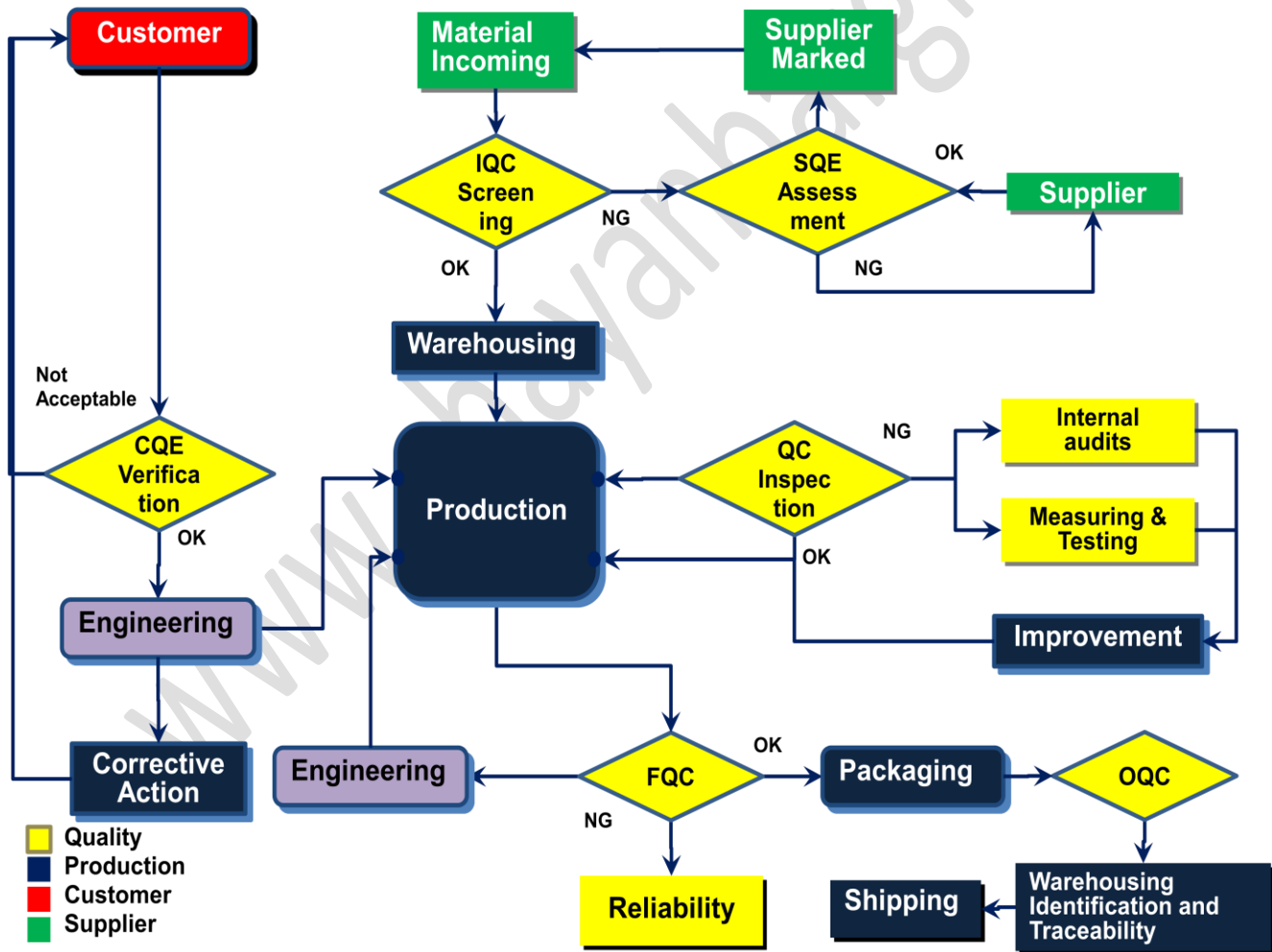
- دارای سیستم اصلاح ضریب قدرت (Built-in active PFC function)
- حفاظت در مقابل اضافه ولتاژ (Over voltage protection)
- حفاظت در مقابل افزایش دما (Over heat protection)
- حفاظت در مقابل اتصال کوتاه (Short circuit protection)
- حفاظت در مقابل اضافه بار (Over load protection)
- ایجاد اعوجاج هارمونیک بسیار پایین
- حفاظت در مقابل Surge



تصویر 8: آزمایش درجه حافظت



تصویر 7: آزمایش کارکرد چراغ led- 72 ساعت



نمودار 2: فرآیند تولید محصولات چراغهای led

مقایسه ویژگیهای چراغهای led با سایر چراغهای روشنایی:

مقایسه چراغ تیوب led با لامپ مهتابی فلورسنتی		
ویژگی ها	Led تیوب	لامپ فلورسنت
طول عمر	بالا (50000 ساعت)	کم (8000 ساعت)
میزان صرفه جویی در انرژی	حدود 80 درصد	-----
بهره نوری	70lm/w	80lm/w
CRI	بزرگتر از 80	کمتر از 60
جیوه	ندارد	دارد - بیش از 4 میلی گرم
محدوده ولتاژ ورودی (کارکرد)	وسیع (90 تا 280 ولت)	محدود
ایمنی	کاملاً ایمن	-----
سرعت روشن شدن	کمتر از 1 ثانیه	حدود 3 تا 4 ثانیه
یکپارچگی	کاملاً یکپارچه - بی نیاز به تجهیزات جانبی	به صورت چند بخشی ، شامل استارتر - ترانس و ...
سیم کشی و نصب	کاملاً ساده	سیم کشی اتصالات جانبی و لامپ
تصویر		

جدول 3: مقایسه چراغ تیوب led با لامپ مهتابی فلورسنتی

مقایسه چراغ خیابانی led و چراغ خیابانی بخار سدیم

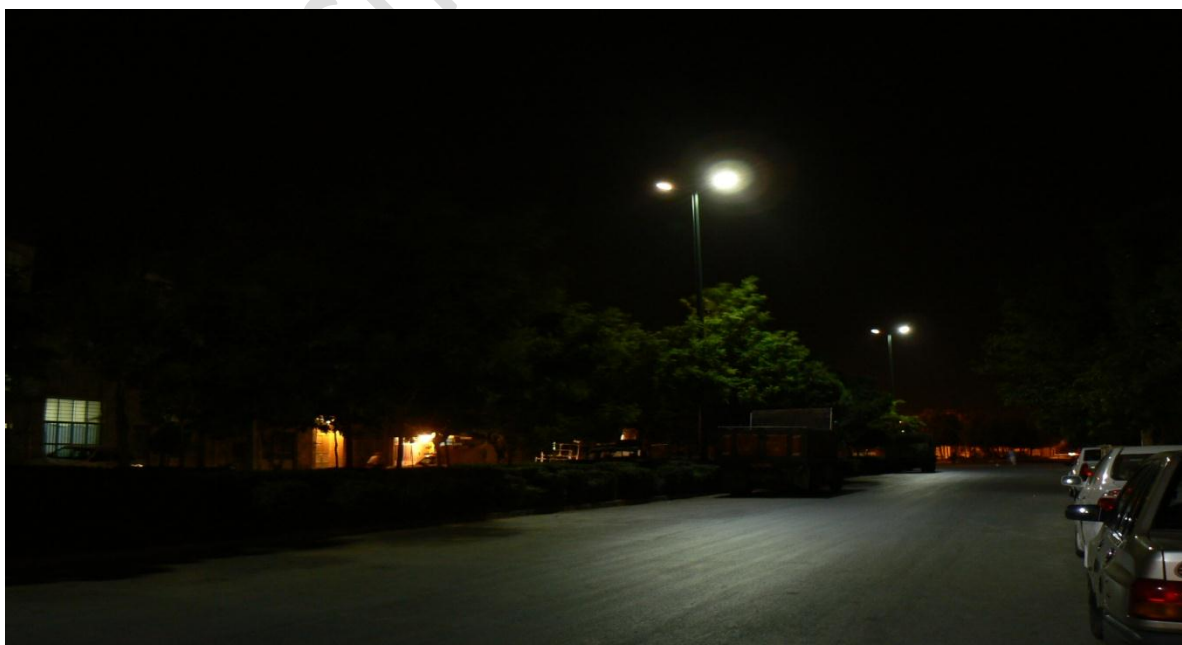
چراغ با لامپ بخار سدیم	چراغ led خیابانی شایان برق	ویژگی ها
خیرگی زیاد	بدون خیرگی	خیرگی
خطر برق گرفتگی (high voltage)	کاملا ایمن	حفاظت الکتریکی
کوتاه 15 هزار ساعت (3 سال)	خیلی طولانی 50 هزار ساعت بیش از 10 سال	طول عمر
محدود	وسیع	رنج ولتاژ کارکرد
خیلی کند حدود 5 دقیقه	سریع 1 ثانیه	سرعت روشن شدن (اتصال)
کم (کمتر از 60 درصد)	زیاد بیش از 90 درصد	موثر بودن نور
کمتر از 50	عالی بیش از 80	نمودار رنگ
دارد	بدون آلودگی	آلودگی نور
خطرناک (بیشتر از 300 درجه سانتیگراد)	کم (کمتر از 60 درجه سانتیگراد)	تولید گرما
زیاد	ندارد	هزینه نگهداری
بزرگ	کوچک	اندازه
بد - به صورت چند قسمتی	عالی (یکپارچه)	یکپارچگی
400 وات	102 وات	توان
11 وات	3 وات	اتلاف انرژی در ترانس
power factor < 0/45	power factor > 0/9	ضریب اصلاح قدرت
		تصویر

جدول 4: مقایسه چراغ خیابانی led شایان برق و چراغ خیابانی بخار سدیم

تصاویری از پروژه های روشنایی با استفاده از محصولات led:



تصویر 9: روشنایی محوطه های گسترده با استفاده از نورافکنهای led شایان برق



تصویر 10: روشنایی معابر خیابانی با استفاده از چراغهای خیابانی led شایان برق



تصویر 11: روشنایی فضاهای داخلی با استفاده از لامپهای led

- 1- www.saba.org.ir
- 2- www.ledsmagazine.com
- 3- www.philips.com
- 4- www.osram-os.com
- 5- www.globalsources.com
- 6- <http://amar.tavanir.org.ir/>
- 7- www.shayanbargh.com

www.shayanbargh.com