

## فهرست مندرجات

### فصل ۱ - معرفی و ارائه مشخصه های مهم نوری لامپهای فلورسنت

۱	.....	مقدمه (۱ - ۱)
۲	.....	ساختمان لامپهای فلورسنت (۱ - ۲)
۳	.....	پارامترهای نوری لامپهای فلورسنت (۱ - ۳)

### فصل ۲ - مشخصه های مهم انتخاب لامپهای فلورسنت از نظر فنی و چشم انسان

۹	.....	عملکرد لامپ های فلورسنت (۲ - ۱)
۱۱	.....	مشخصه های انتخاب لامپ (۲ - ۲)
۱۱	.....	شار خروجی لامپ (۲ - ۲ - ۱)
۱۴	.....	توان نامی لامپ (۲ - ۲ - ۲)
۱۴	.....	طول عمر (۲ - ۲ - ۳)
۱۵	.....	کیفیت رنگ نور (۲ - ۲ - ۴)

### فصل ۳ - بررسی اثر قابهای منعکس کننده (رفلکتور) چراغ

۲۰	.....	مقدمه (۳ - ۱)
۲۱	.....	انواع نورپردازی (۳ - ۲)
۲۸	.....	مشخصات چراغهای لامپ فاورسنت (۳ - ۳)

## فصل ۴ - معرفی تجهیزات آزمایشگاهی جهت اندازه گیری پارامترهای نوری لامپهای فلورسنت و

### چراغ

۴-۱) مقدمه ..... ۴۰

۴-۲) تجهیزات آزمایشگاهی لامپ ..... ۴۰

۴-۳) تجهیزات آزمایشگاهی چراغ ..... ۴۶

## فصل ۵ - تدوین دستورالعمل نحوه صحیح بکارگیری و سویس و نگهداری چراغ ها با لامپهای

### فلورسنت

۵-۱) مقدمه ..... ۵۲

۵-۲) نگهداری لامپ ..... ۵۲

۵-۳) نگهداری چراغ ..... ۵۴

۵-۴) بکارگیری لامپهای فلورسنت ..... ۵۷

۵-۵) بررسی بالاست های موازی ..... ۵۸

## فصل ۶ - مطالعه اجمالی رو به رشد لامپهای فلورسنت ، بالاست و همچنین قابهای منعکس کننده

### ( چراغ )

۶-۱) مقدمه ..... ۶۰

۶-۲) روند رو به رشد لامپ ..... ۶۰

۶۲	..... (۶-۳) روند رو به رشد چراغ
۶۳	..... (۶-۴) روند رو به رشد بالاست
۶۴	..... (۶-۴-۱) بالاست های مرسوم
۶۶	..... (۶-۴-۲) بالاست های الکترونیکی
۶۹	..... (۶-۵) نتیجه گیری

### فصل ۷- معرفی و بررسی بالاست های الکترونیکی پیشرفته (DALI)

۷۱	..... (۷-۱) مقدمه
۷۱	..... (۷-۲) بالاست های پیشرفته سازگار با DALI
۸۶	..... (۷-۳) مشخصات فنی سیستم کنترلی DALI
۸۸	..... (۷-۴) نتیجه گیری

### فصل ۸- کنترل لامپهای فلورسنت با بالاست الکترونیکی بمنظور اصلاح الگوی مصرف

۸۹	..... (۸-۱) مقدمه
۸۹	..... (۸-۲) اصلاح الگوی مصرف
۸۹	..... (۸-۲-۱) حداقل میزان روشنایی مورد نیاز
۹۰	..... (۸-۲-۲) کنترل سیستم روشنایی
۹۴	..... (۸-۳) نتیجه گیری

## فصل ۹ - معرفی و بررسی عملکرد سنسورهای مصرف بهینه انرژی الکتریکی

- ۹۰ ..... (۹-۱) مقدمه
- ۹۰ ..... (۹-۲) تجهیزات کنترل نور

## فصل ۱۰ - بررسی فنی - اقتصادی استفاده از چراغهای با لامپ T5, T8 و همچنین جایگزینی آنها

### با چراغهای با لامپ T10

- ۱۰۳ ..... (۱۰-۱) مقدمه
- ۱۰۴ ..... (۱۰-۲) جایگزینی تکنولوژی جدید بجای قدیمی
- ۱۰۴ ..... (۱۰-۳) جایگزینی T8 بجای T10
- ۱۰۵ ..... (۱۰-۴) جایگزینی بالاست الکترونیکی بجای بالاست القایی
- ۱۰۵ ..... (۱۰-۵) جایگزینی T8 بجای T10 و استفاده از بالاست های الکترونیکی
- ۱۰۶ ..... (۱۰-۶) جایگزینی چراغهای T5 بجای T10
- ۱۰۷ ..... (۱۰-۷) کمکهای دولتی جهت توسعه فن آوری
- ۱۰۷ ..... (۱۰-۸) نتیجه گیری

## فصل ۱۱ - تدوین پیشنهادات جهت استفاده از تکنولوژی های پیشرفته با توجه به تجربه اعمال شده در

### اتحادیه اروپا (آلمان)

- ۱۰۹ ..... (۱۱-۱) مقدمه
- ۱۰۹ ..... (۱۱-۲) اتحادیه اروپا و محیط زیست
- ۱۱۰ ..... (۱۱-۳) خط مشی کاهش مصرف انرژی الکتریکی جهت مصارف روشنایی

- ۱۱۰ ..... لامپهای رشته ای (۱۱-۳-۱)
- ۱۱۱ ..... بالاست های لامپ های فلورسنت (۱۱-۳-۲)
- ۱۱۲ ..... تدوین پیشنهادات (۱۱-۴)

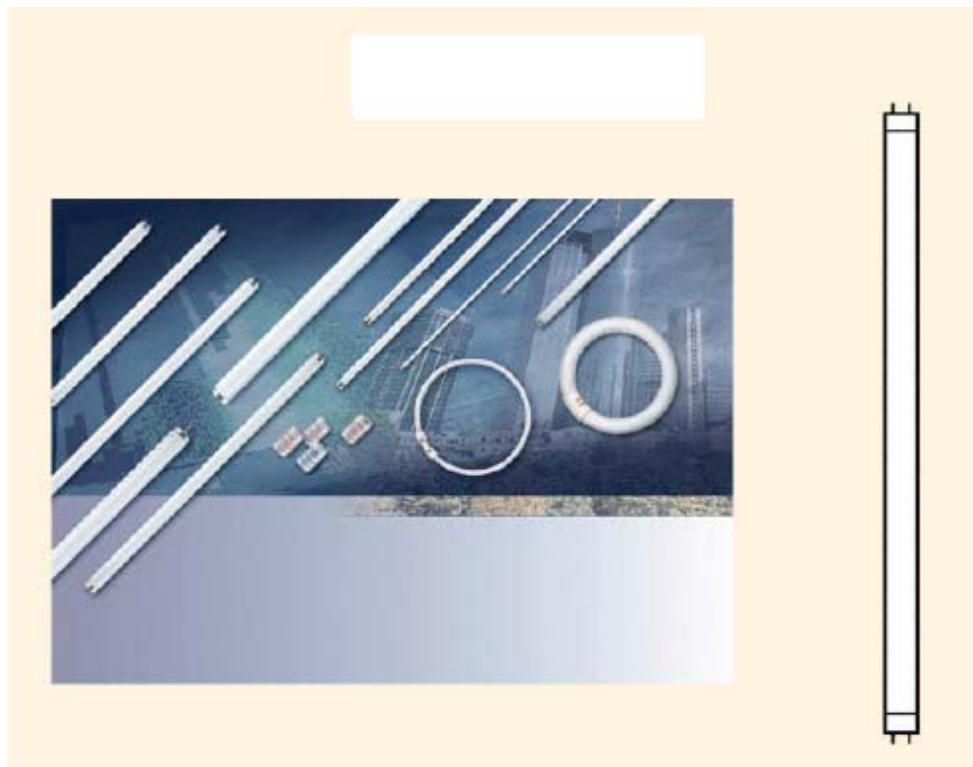
## فصل- ۱

### معرفی و ارائه مشخصه های مهم نوری لامپهای فلورسنت

#### ۱ - ۱) مقدمه

عمده ترین منابع نور مصنوعی در کشور و جهان لامپهای فلورسنت می باشند بطوریکه بر اساس آمار ارائه شده توسط شرکت اسرام آلمان ۷۰٪ کل منابع نورمصنوعی در جهان لامپهای فلورسنت می باشند .

تنوع شکل ظاهری لامپهای فلورسنت از نظر شکل هندسی وابعاد یکی از نقاط قوت و همچنین جاذبه های استفاده از این لامپها شده است. شکل ۱ - شمای ظاهری تعدادی از این لامپها را نشان می دهد.

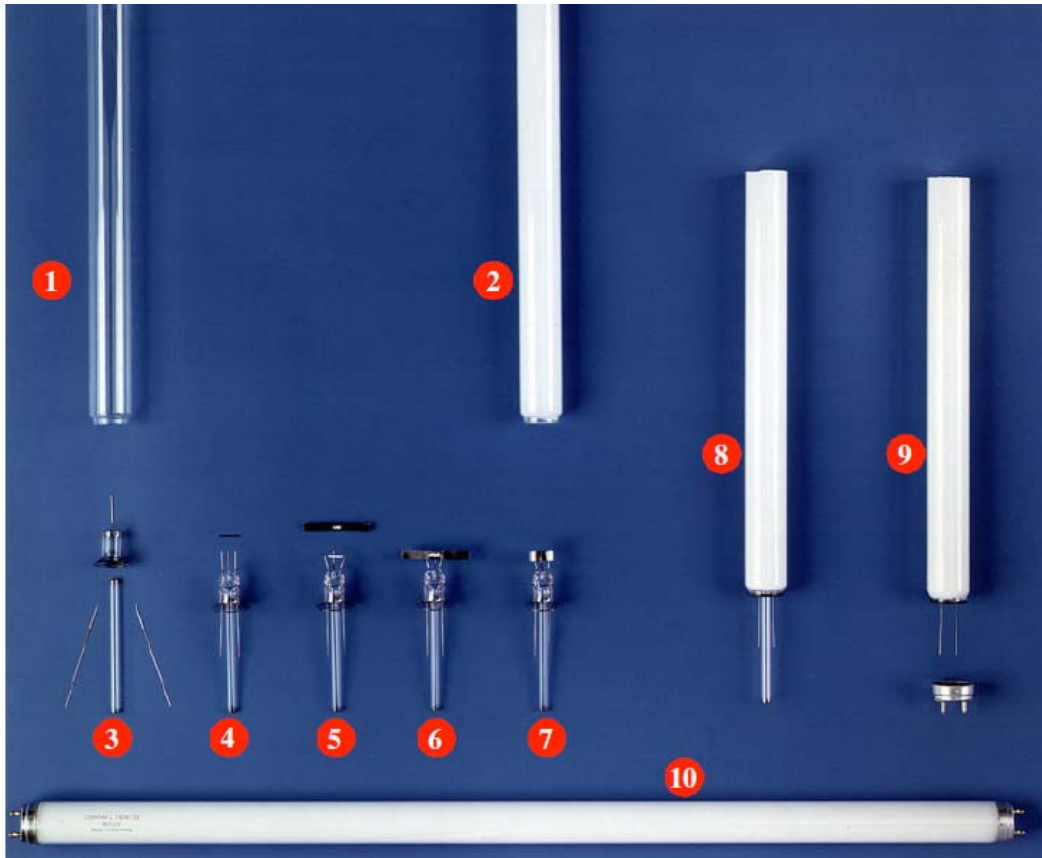


شکل ۱ - شمای ظاهری تعدادی از لامپهای فلورسنت مرسوم

ظرف دو دهه اخیر پیشرفتهای قابل توجهی در زمینه تولید و بهبود پارامترهای این لامپها صورت گرفته است. در این قسمت سعی می شود در ابتدا ساختمان این لامپها و سپس پارامترهای مهم نوری یک لامپ فلورسنت معرفی گردد.

## ۲ - ۱) ساختمان لامپهای فلورسنت

شکل ۲- اجزاء تشکیل دهنده و همچنین مراحل تولید یک لامپ فلورسنت را نشان می دهد. در ابتدا تیوب شیشه ای آماده ( شماره ۱) سپس ماده فلورسنت بر روی آن کشیده می شود ( شماره ۲) . بدنبال آن لوله تخلیه هوا ( شماره ۳) و فیلمان های آماده شده لامپ که نقش کاتد و آند را دارند ( شماره های ۴ تا ۷) دو طرف لوله قرار می دهند، سپس عملیات تخلیه هوا بکمک لوله تخلیه هوا، و وارد کردن گاز جیوه و گازهای بی اثر انجام می گردد ( شماره ۸). در انتها سیم های متصل به فیلمان ها به کلاهدک ها ارتباط داده می شوند (شماره ۹).



شکل ۲- مراحل ساخت و تولید لامپ فلورسنت

### ۳-۱) پارامترهای نوری لامپهای فلورسنت

در این قسمت کلیه مشخصه ها و پارامتر نوری لامپهای فلورسنت به اختصار معرفی می گردند.

#### ۱- توان نامی

توان نامی لامپ توانی است ، که بر اساس آن طراحی لامپ انجام شده تا ماکزیمم ضریب بهره نوری را در آن توان داشته باشد. از این رو به هنگام استفاده از دیمر باید توجه داشت که ماکزیمم ضریب بهره نوری همیشه درحالت ۱۰۰٪ می باشد. معمولاً سازندگان منحنی شار بر حسب توان ورودی را جهت محاسبات هنگام استفاده از دیمررا ارائه می نمایند.



## ۲- شار خروجی

شار خروجی مقدارشار نوری لامپ در توان نامی و یک درجه حرارت خاص می باشد. لامپ های فلورسنت از نوع لامپهای کم فشار می باشند از اینرو تغییرات درجه حرارت محیط بر عملکرد و بازدهی آنها تأثیر مستقیم دارد.

## ۳- طول عمر

بر اساس تعریف سازندگان طول عمر یک لامپ مهتابی مدت زمانی است که شار نوری به ۸۰٪ مقدار اولیه افت می کند. یعنی بر خلاف لامپهای رشته ای طول عمر به معنای سوختن کامل لامپ نیست. بطور کل لامپهای فلورسنت طول عمر طولانی دارند بطوریکه امروزه تا ۲۴۰۰۰ ساعت متداول شده است. البته لامپهای فلورسنت خاص ( مهتابی و کم مصرف ) با طول عمری بیش از ۸۰۰۰۰ برای کاربردهای ویژه نیز قابل تولید می باشند.

## ۴- ضریب برگرداندن رنگ

ضریب برگرداندن رنگ در واقع یک پارامتر کیفیت نور که نمایانگر میزان طول موج های مختلف (رنگهای مختلف) در طیف شار نوری لامپ می باشد. این ضریب را با  $R_a$  نمایش می دهند که ماکزیمم مقدار آن که متعلق به نور خورشید می باشد ۱۰۰ است. ضریب برگرداندن رنگ را با عدد و یا با علائم جدول زیر نشان می دهند.

جدول ۱- رده بندی ضریب برگرداندن رنگ

مقدار	علامت	ردیف
>۹۰	1A	۱
۸۰ - ۹۰	1B	۲
۷۰ - ۸۰	2A	۳
۶۰ - ۷۰	2B	۴
۴۰ - ۶۰	3	۵
۲۰ - ۴۰	4	۶

#### ۵ - درجه حرارت رنگ

رنگ نور منابع نوری بر اساس طول موج نورهای منتشره در طیف خروجی تعریف می شوند. اساس

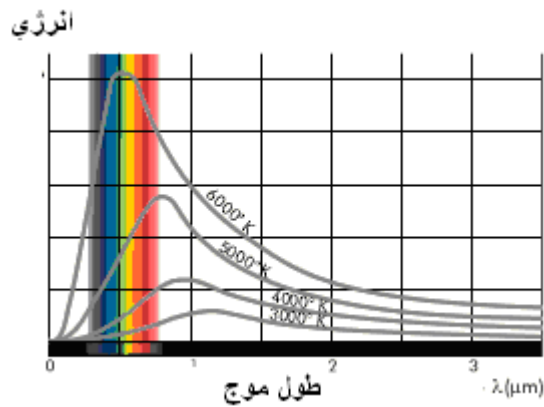
تعریف درجه حرارت رنگ ، نور منشر شده از یک جسم سیاه بر اثر افزایش درجه حرارت است.

یک جسم سیاه بر اثر حرارت نور تشعشع می کند. هرچه میزان حرارت بیشتر باشد طول موجهای

کوتاهتر (به سمت آبی) در طیف خروجی بزرگتر می شوند. یعنی یک جسم سیاه سرد تنها امواج مادون

قرمز تشعشع می کند.

شکل ۳ - طیف نور تشعشع شده از یک جسم سیاه را بسته به دمای آن نشان می دهد.

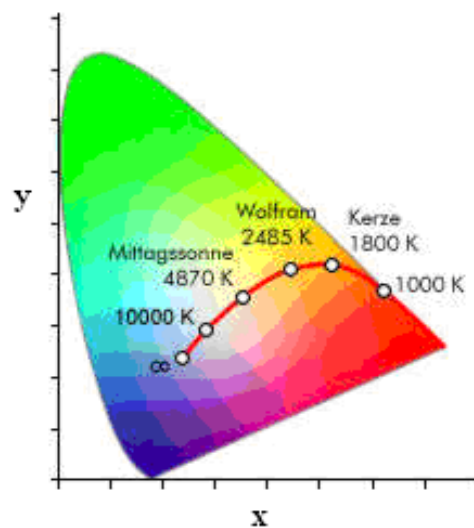


شکل ۳ - طیف نور منتشر شده از جسم سیاه بر حسب درجه حرارت های متفاوت

براین اساس درجه حرارت رنگ نور یک منبع نوری معادل درجه حرارت یک جسم سیاه است که همان طیف نور را تشعشع می کند.

از آنجا که رنگ نور بسته به طیف امواج الکترومغناطیسی مرعی ، تن و سیری رنگ تعریف می شود، گرچه که ظاهر نور یکسان بنظر آید ولی از نظر کیفیت متفاوت است به همین منظور از درجه حرارت رنگ و جدول رنگ استفاده می شود.

شکل ۴ - که به جدول رنگ معروف است درجه حرارت رنگهای مختلف را نشان میدهد.



شکل ۴ - جدول رنگ

همانگونه که شکل - ۴ نشان می دهد با درجه حرارت رنگ ۱۰۰۰ کلوین ، رنگ نور قرمز ، برای درجه حرارت ۲۴۸۵ کلوین رنگ زرد ، ۴۸۷۰ کلوین رنگ سفید می باشد و هرچه درجه حرارت بیشتر می شود به سمت رنگ آبی می رود.

## ۶- رنگ نور

انسان محیط اطراف خود را تنها از روشنی و تاریکی و یا نور و سایه درک نمی کند بلکه رنگ عامل مهم دیگری جهت دریافت اطلاعات می باشد. رنگ نور با توجه به درجه حرارت رنگ نور تعیین می گردد. هرچقدر که درجه حرارت رنگ ( در محدوده سفید) بالاتر باشد رنگ نور سفیدتر است.

بر اساس جدول زیر سه گروه اصلی رنگ نور وجود دارد.

جدول ۲- تقسیم بندی رنگ نور- درجه حرارت منابع نوری

رنگ نور	درجه حرارت بر حسب کلوین
سفید گرم	$3300 >$
سفید خنثی	$3300 - 5300$
سفید نور روز	$> 5300$

سازندگان مختلف لامپ ها ، رنگ نور منابع نوری تولیدی را با جزئیات بیشتری بصورت جداول ۳ تا ۶ بترتیب برای لامپ های فلورسنت استاندارد ، سه باند و همچنین طیف کامل نشان میدهند. باید توجه داشت که ممکن است شماره کد تجاری سازندگان مختلف ، برای لامپها متفاوت باشد.

جدول ۳- رنگ نور لامپهای فلورسنت با لایه فلورسنس استاندارد

شماره کد	نام	Osram	Philips	Sylvania	Narva	درجه حرارت رنگ [K]	ضریب برگرداندن رنگ $R_a$
765	نور روز	10-765	54	154	10	6500	75
640	سفید سرد	20-640	33	133	20	4000	62
535	سرد	23-535	35	135	35	3500	56
740	سفید عمومی	25-740	25	125	25	4000	75
530	سفید گرم	30-530	29	129	30	3000	50

جدول ۴- رنگ نور لامپهای فلورسنت با لایه فلورسنس سه نواری

شماره کد	نام	Osram	Philips	Sylvania (در پرانتز شماره قدیمی)	Narva	درجه حرارت رنگ [K]	ضریب برگرداندن رنگ $R_a$
880	سفید آسمانی	880	-	-	-	8000	85
860 865	نور روز سفید	لامپ کم مصرف 860 لامپ فلورسنت 865	865	860 (186)	860	6000-6500	85
850	نور روز	16-850	-	850	-	5000	85
840	سفید گرم	21-840	840	840 (184)	840	4000	85
835	سفید	26-835	835	835	835	3500	85
830	سفید گرم	31-830	830	830 (183)	830	3000	85
827	رنگ عمومی	41-827	827	827 (182)	827	2700	85

جدول ۵- رنگ نور لامپهای فلورسنت با لایه فلورسنس پنج نواری ( طیف کامل)

شماره کد	Name	Osram	Philips	Sylvania	Narva	درجه حرارت رنگ [K]	ضریب برگرداندن رنگ $R_a$
965	نور روز سفید	965	965	-	965	6500	92
950 954	نور روز	12-950 قدیمی 954 نو	950	195	950	5400	93
940	سفید سرد	22-940	940	194	940	3800	91
930	سفید گرم	32-930	930	193	930	3000	92

همانگونه که جداول ۳ تا ۵ نشان می دهند لامپهای فلورسنت با لایه فلورسنس پنج نواری دارای بهترین ضریب برگرداندن رنگ ( کلاس 1A ) و یا بعبارت دیگر طیف نور تولیدی می باشند.

## فصل - ۲

### مشخصه های مهم انتخاب لامپهای فلورسنت از نظر فنی و چشم انسان

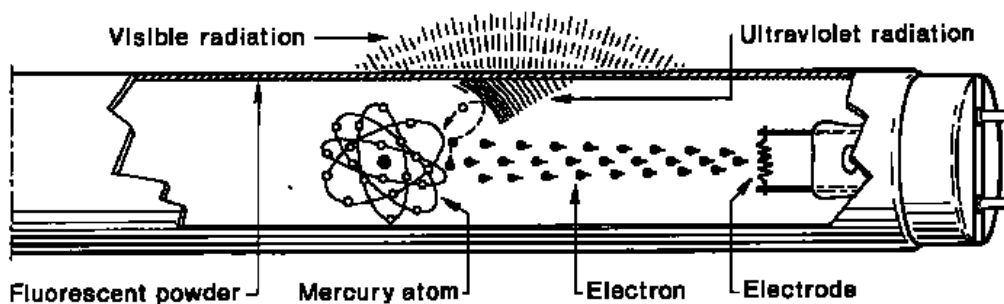
#### ۱- ۲) عملکرد لامپهای فلورسنت

در فصل ۱ ساختمان داخلی لامپ های فلورسنت معرفی گردید. شکل - ۵ اساس عملکرد اینگونه لامپ ها را نشان می دهد.

لامپ های فلورسنت از نوع گازی کم فشار هستند. بعد از کلید زنی لامپ ، لازم است الکترودها جهت انتشار الکترون گرم شوند و سپس یک ولتاژ به اندازه کافی دو سر لامپ اعمال گردد تا حالت یونیزاسیون گازهای درونی انجام پذیرد و گاز شروع به هدایت الکتریکی کند. یعنی در واقع یک حالت پلاسمای کم فشار بوجود می آید. هرچقدر جریان هدایت بزرگتر باشد، افت ولتاژ دو سر لامپ کوچکتر می گردد.

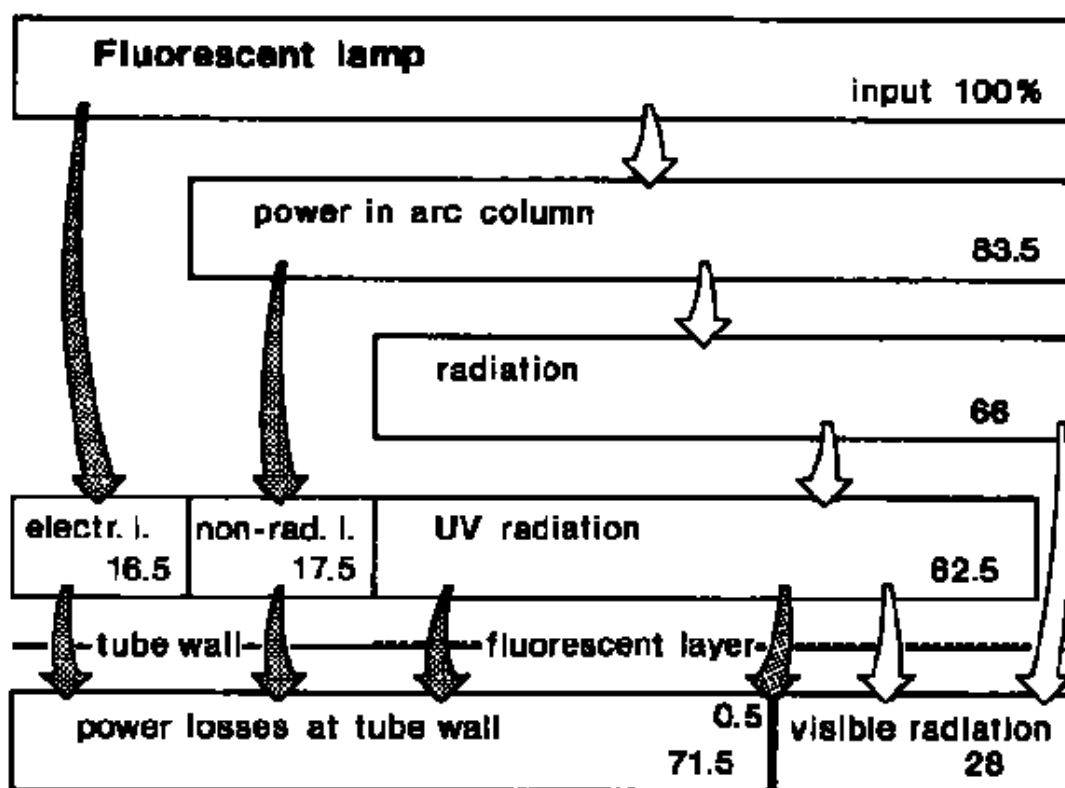
در صورتیکه الکترونهای آزاد شده از کاتد (فیلمان) به یونهای گاز جیوه برخورد کنند ، الکترونهای جیوه تحریک شده و به لایه (مدار) بالاتر می روند. از آنجا که الکترون در این لایه ناپایدار است دوباره به لایه اولیه بازگشته که این فرایند توأم با تولید نور است. نور تولید شده از این فرآیند در محدوده امواج ماوراء بنفش یعنی نامرعی می باشند.

نور نامرعی تولید شده پس از برخورد به لایه فلورسنت بصورت نور مرعی از لامپ خارج می گردد. قسمت اعظم نور های ماوراء بنفش که به نور مرعی تبدیل نشده اند توسط شیشه (تیوب) جذب می شوند و تنها یک مقدار بسیار جزئی از این پرتوها که مضر برای سلامتی می باشند به خارج ارسال می گردند.



شکل ۵ - نحوه عملکرد لامپهای فلورسنت

شکل ۶ - مراحل تبدیل انرژی الکتریکی به نورانی را برای لامپهای فلورسنت نشان می دهد. از ۱۰۰٪ انرژی الکتریکی اولیه ۸۳٫۵٪ جهت تخلیه الکتریکی استفاده می گردد که در این حالت تنها ۶۸٪ انرژی الکتریکی اولیه منجر به تولید نور ( ماوراء بنفش و نور مرعی می گردد). امواج ماوراء بنفش پس از برخورد به لایه فلورسنت تبدیل به نور مرعی می گردند که بازدهی این مرحله کمتر از ۵۰٪ می باشد که در نهایت حدود ۲۸٪ انرژی الکتریکی ورودی به انرژی نورانی تبدیل می گردد.



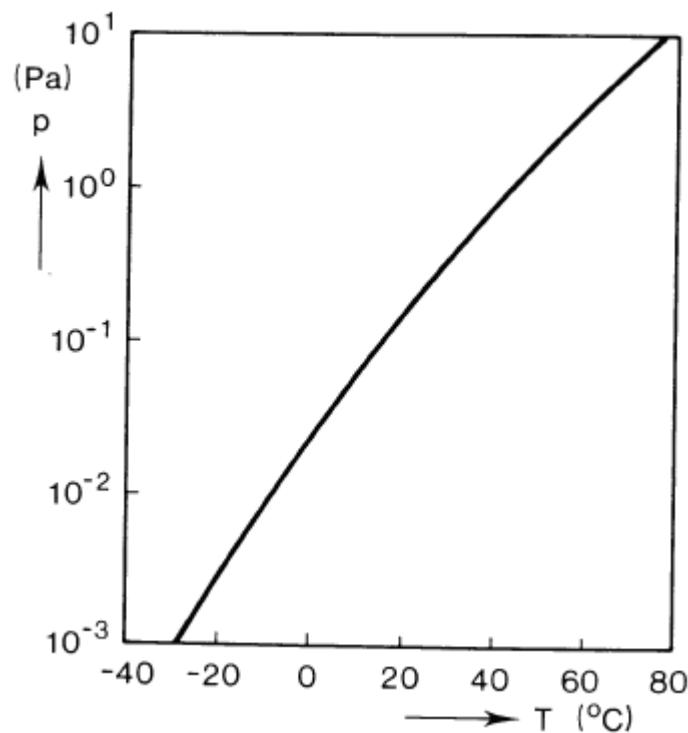
شکل ۶ - تبدیل انرژی در لامپهای فلورسنت

## ۲-۲) مشخصه های انتخاب لامپ

با توجه به عملکرد لامپ لازم است مشخصه های مهم نوری لامپها که در فصل ۱ اشاره شد از نظر فنی و چشم انسان مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد، تا بتوان انتخاب بهینه و مناسبی با توجه به کاربرد آن انجام داد.

### ۱-۲-۲) شار خروجی لامپ

لامپ های فلورسنت از خانواده لامپهای کم فشار می باشند از اینرو شار خروجی وابسته به میزان فشار گاز می باشد. از طرف دیگر فشار گاز وابسته به درجه حرارت محیط اطراف لامپ است. همانگونه که شکل ۷ نشان می دهد با افزایش درجه حرارت فشار گاز درون لامپ نیز افزایش می یابد.



شکل ۷- وابستگی فشار درون لامپ به درجه حرارت

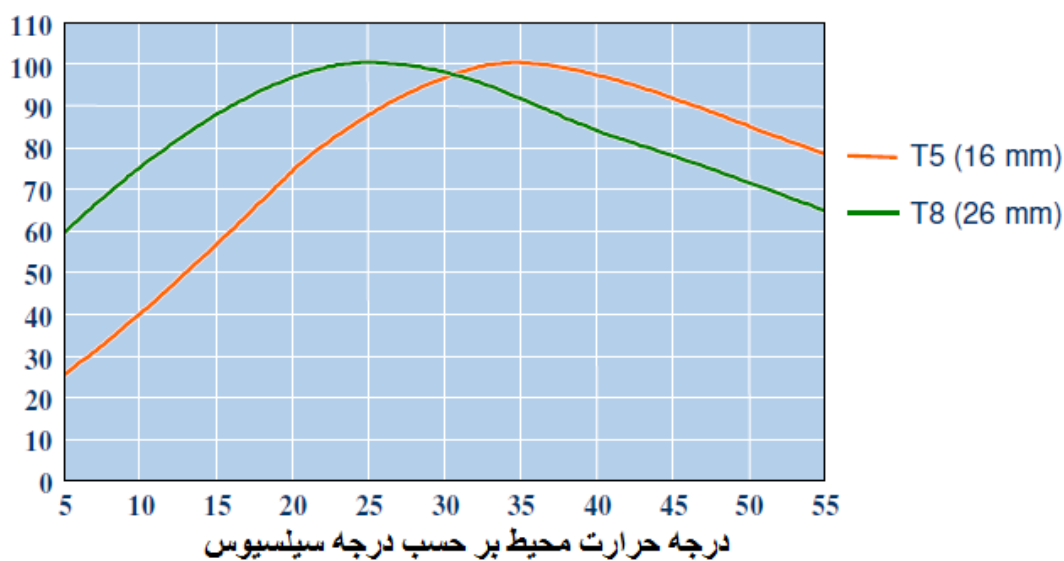


حالت بهینه فشار گاز درون اینگونه لامپها حدود  $0,8 \text{ Pa}$  می باشد. علت وابستگی میزان شار نوری به فشار گاز بدین صورت است.

- افزایش فشار: در صورتیکه فشار گاز بیش از مقدار بهینه باشد الکترونها جدا شده از کاتد که بسوی آند حرکت می کنند بعلاوه برخورد بیش از حد با مولکولها ( یونها ) جیوه شتاب لازم جهت تحریک آنها را ندارند . در واقع بایستی پس از هر برخورد این الکترونها فرصت شتاب گرفتن مجدد را داشته باشند تا در برخورد بعدی موجب تحریک الکترونها مولکول ( یونها ) جیوه گردند. بدین جهت شار نوری با افزایش فشار گاز ( افزایش درجه حرارت ) کاهش می یابد.
- کاهش فشار : در صورتیکه فشار گاز درون لامپ کمتر از مقدار بهینه باشد ، تعداد برخورد الکترون آزاد شده از کاتد با مولکولهای ( یونها ) جیوه کم می شود و باعث می شود که تعداد کمی از الکترونها مولکولهای ( یونها ) جیوه را تحریک کند. یعنی با کاهش فشار گاز ( کاهش درجه حرارت ) شار نوری لامپ کاهش می یابد.

شکل ۸ - منحنی نمونه تغییرات شار نوری لامپهای T5 , T8 را نشان می دهد.

شار نوری نسبی بر حسب درصد



شکل ۸ - منحنی تغییرات شار خروجی لامپ به درجه حرارت محیط

همانگونه که ملاحظه می شود برای لامپ T5 درجه حرارت بهینه محیط ۳۵ درجه سانتی گراد و برای لامپ T8 ، ۲۵ درجه سانتی گراد می باشد.

بنابراین جهت انتخاب و یا سفارش لامپ فلورسنت ( کم مصرف ) بایستی به درجه حرارت محیط توجه کرد ، بطور مثال اگر در مکانی لامپ T5 جایگزین لامپهای T8 , T10 گردد ، شار نوری لامپ ۱۵٪ از مقدار حداکثر کمتر خواهد بود.

مسئله دیگر بکار گیری لامپ های فلورسنت در محیط های خارج جهت روشنایی معابر می باشد که بطور مثال در زمستان در صورتیکه بروودت هوا به صفر درجه برسد شار نوری لامپ T5 به کمتر از ۲۰٪ و لامپهای T8 , T10 به کمتر از ۵۰٪ و یا اصلاً روشن نشدن و یا فلیکر شدید لامپ می گردد.

البته در صورتیکه هنگام سفارش به این موضوع اشاره شود ( درجه حرارت محیط ) سازندگان قادر هستند شار بهینه را برای آن درجه حرارت طراحی کنند بطور مثال شکل ۹ - روشنایی معابر با استفاده از لامپ کم مصرف در یک محیط سردسیر را نشان میدهد که شار بهینه در دمای صفر درجه طراحی شده است.



شکل ۹ - استفاده از لامپ کم مصرف در روشنایی معبر منطقه سردسیر

### ۲-۲-۲) توان نامی لامپ

نکته ای که درباره توان نامی لامپ بایستی در نظر گرفت محدودیت تنوع طول لامپ برای یک توان ثابت است، یعنی طول لامپ متناسب با توان نامی آن است. جدول ۱ طول لامپ های T5, T8 را بر حسب توان های مختلف نشان می دهند.

جدول ۱- وابستگی طول لامپ به توان نامی

نوع	T5					T8									
توان (W)	8	14	24	21	39	28	54	35	49	80	18	30	36	58	70
طول (mm)	288	549		849		1149		1449			589,8	895	1199,4	1500	1800

از اینرو نمی توان از قاب منعکس کننده چراغ برای لامپ ها با توان های مختلف استفاده نمود که در واقع یکی از معایب این منابع نوری نسبت به لامپهای رشته ای می باشد. این نقطه ضعف در خانواده دیگر لامپ های فلورسنت یعنی لامپ های کم مصرف برطرف شده است.

### ۲-۲-۳) طول عمر

علت محدود بودن طول عمر، مستهلک شدن کاتد بخاطر انتشار الکترون ها و همچنین جذب شدن مولکولهای جیوه بوسیله سایر اجزاء درونی می باشد. فیلمانی که از آن الکترون جدا می شود، کاتد نام دارد. برای کارکرد طولانی مدت کاتد، بایستی که دوباره الکترون از دست داده را جذب کند که این فرایند با توجه به متناوب بودن ولتاژ منبع تغذیه اتفاق می افتد. در هر سیکل جای آند و کاتد عوض می شود. هرچه قدر فرکانس بالاتر باشد صدمه دیدن فیلمان ها کمتر و کندتر است، چون سرعت عملکرد (فرکانس) بالا سبب می شود که، زمان صفر ولتاژ کمتر و زمان ترکیب الکترونها با یونهای جیوه کمتر گردند و الکترون آزاد جذب آند گردد، و طول عمر فیلمانها بیشتر شوند.

مولکولهای جیوه توسط فیلمان ها ، دیواره شیشه ای و لایه فلورسنت درونی جذب می شوند. علاوه بر نوع مواد بکار گرفته شده در این قطعات ، افزایش درجه حرارت محیط سرعت جذب مولکولهای جیوه را بالا می برد.

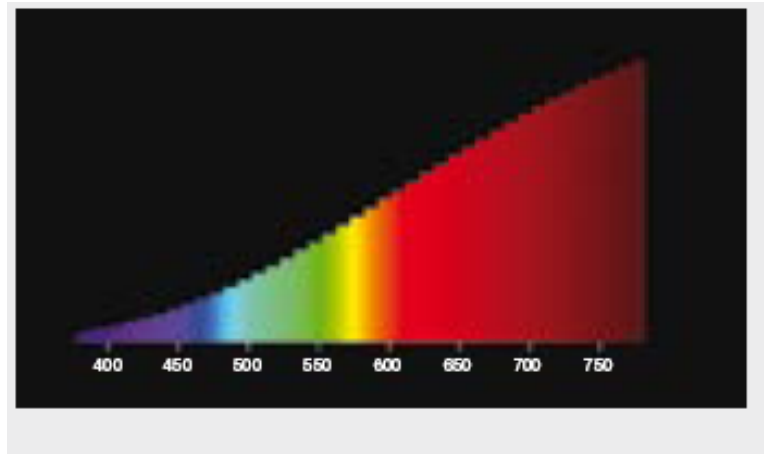
از اینرو توصیه می شود در محیط های گرم و یا مجاورت وسایل گرما زا، بجای استفاده از لامپهای مهتابی از منابع نوری دیگر استفاده شود.

#### ۴-۲-۲) کیفیت رنگ نور

همانگونه که اشاره شد نور مرعی خروجی لامپهای فلورسنت بصورت غیر مستقیم و تحت یک فرآیند ثانویه انجام می شود، چرا که نور منتشر شده ناشی از تحریک اتم های جیوه نامرعی می باشند. جهت تبدیل نور غیر مرعی ( امواج الکترومغناطیسی) به نور مرعی از فرآیند لومینانس استفاده می شود. لومینانس به معنای تبدیل یک حالت تحریک به یک حالت تحریک با انرژی پایین تر است. زمان تبدیل انرژی بسیار پایین است بطوریکه تبدیل حالت انرژی بصورت همزمان با یک تأخیر بسیار جزئی (چند میکروثانیه) اتفاق می افتد.

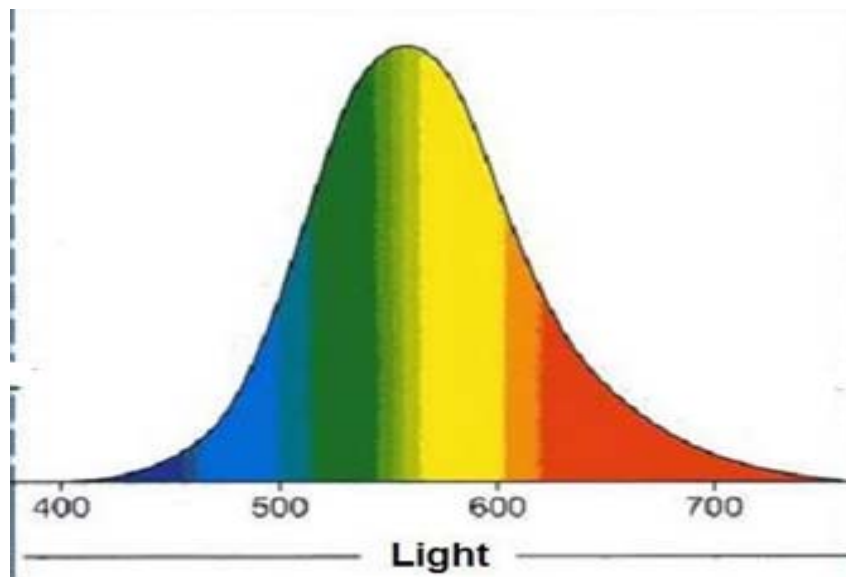
طیف نور خروجی ناشی از لایه فلورسنت برعکس لامپهای رشته ای و نور خورشید ، یک طیف گسسته از طول موجهای مختلف می باشد.

شکل - ۱۰ - طیف پیوسته نور خروجی یک لامپ رشته ای را نشان می دهد.



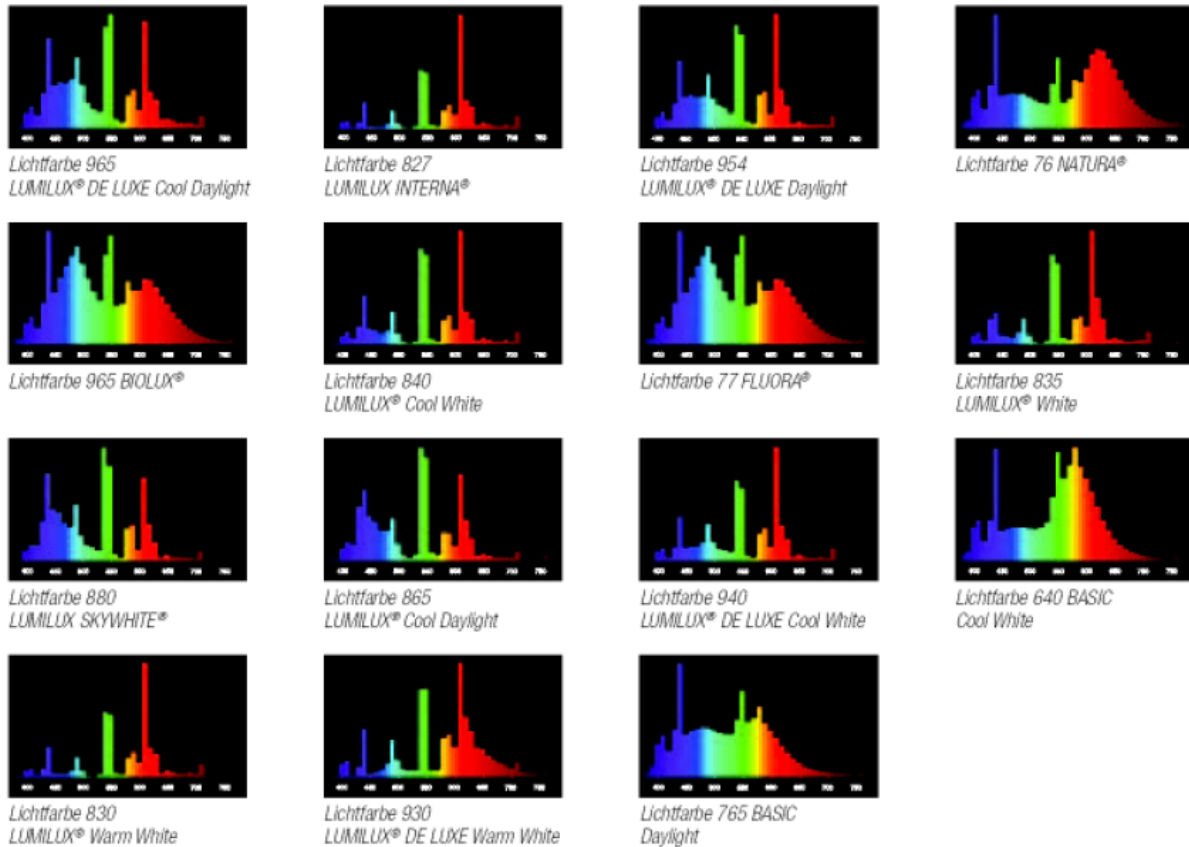
شکل - ۱۰ طیف پیوسته نور خروجی لامپ رشته ای

بمنظور افزایش شار نوری لامپ ، سازندگان از منحنی حساسیت روشنایی چشم استفاده می کنند ( شکل - ۱۱)، بدین صورت که طول موجهایی ( رنگ نور) که حساسیت چشم بیشتر است ( نواحی رنگهای سبز و زرد) مرکز ثقل نور تولیدی شوند.



شکل - ۱۱ منحنی حساسیت چشم انسان به طیف نور

طیف نور خروجی لامپ به مشخصات و خواص ماده فلورسنت بستگی دارد. شکل - ۱۲ تعدادی طیف نوری نمونه را نشان می دهد.



شکل - ۱۲ طیف نوری تعدادی لامپ فلورسنت بر اساس کاتالوگ اسرام

طیف نور خروجی تعیین کننده رنگ نور ( درجه حرارت و ضریب برگرداندن رنگ ) می باشد.

از آنجا که رنگ اجسام بر اثر انعکاس نور می باشد ، جهت واقعی دیدن رنگ آنها لازم است منبع نور دارای یک طیف مناسب برای کار مورد نظر باشد.

در جاهائیکه تشخیص رنگ حساس می باشد مثلاً در گلفروشی ها ، تولیدی و فروشندگان منسوجات ، میوه فروشی ها و از این قبیل مشاغل لازم است درجه حرارت رنگ بیش از ۴۰۰۰ درجه کلوین و ضریب برگرداندن رنگ ( $R_a$ ) بیش از ۹۰ یعنی در رده کلاس 1A باشند.

در حال حاضر دو گروه ماده فلورسنت 3-Band , 5-Band با ماندگاری قابل قبول دارای کیفیت خوب جهت تولید یک طیف نوری با ضریب برگرداندن رنگ بالا هستند.

شکل - ۱۳ شماتیک یک گل سرخ را نشان می دهد که در سمت راست با یک منبع نوری با  $R_a$  مناسب و در سمت چپ با  $R_a$  ضعیف نورپردازی شده است.



شکل - ۱۳ شکل ظاهری گل سرخ با منابع نوری دارای ضریب برگرداندن رنگ مناسب ( سمت راست) و ضعیف ( سمت چپ)

شکل - ۱۴ شماتیک یک لباس رنگی را نشان می دهد که در سمت راست با یک منبع نوری با  $R_a$  مناسب و در سمت چپ با  $R_a$  ضعیف نورپردازی شده است.



شکل - ۱۴ شکل ظاهری لباس رنگی با منابع نوری دارای ضریب برگرداندن رنگ مناسب ( سمت راست) و ضعیف ( سمت چپ)

همانگونه که ملاحظه می شود طیف نور خروجی ( ضریب برگرداندن رنگ و همچنین درجه حرارت رنگ) نقش کلیدی در دیدن رنگ واقعی اجسام دارند.

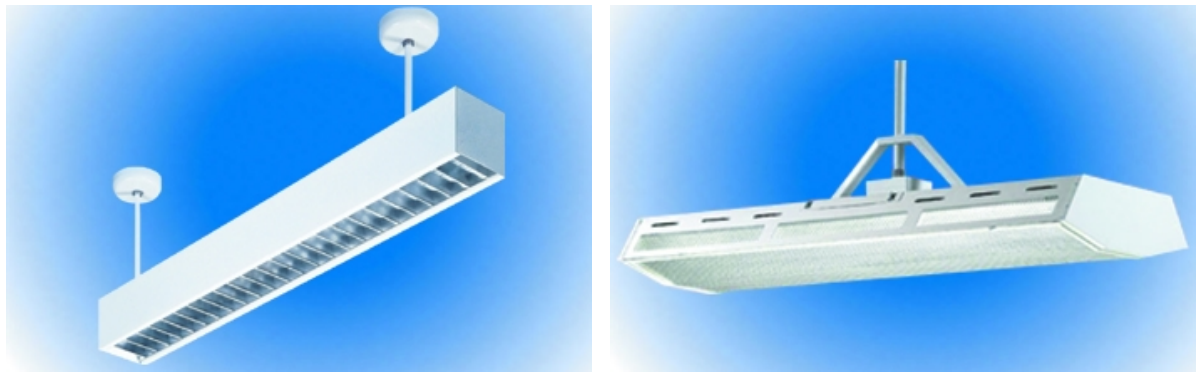


### فصل - ۳

## بررسی اثر قابهای منعکس کننده (رفلکتور) چراغ

#### ۱ - ۳) مقدمه

نظر به شکل ظاهری لامپهای فلورسنت ، بمنظور نگه داشتن لامپ و همچنین هدایت نور در یک جهت خاص نیاز به یک قاب منعکس کننده می باشد. قابها بصورت توکار، روکار و اخیراً نوع جدید بصورت آویزان نصب می گردند.



شکل - ۱۵ قابهای آویزان

منحنی توزیع شار نوری ( شدت نور) بشدت بستگی به مشخصات قاب منعکس کننده دارد. بازدهی نوری قاب تابع شکل و مواد بکار گرفته شده در آن می باشند.

قابها گرچه بازدهی نوری را کاهش می دهند ولی باعث جهت دار کردن توزیع شار نوری و راحت تر کردن دید بدون خیرگی و مزاحمت می باشد.

## ۲-۳) انواع نورپردازی

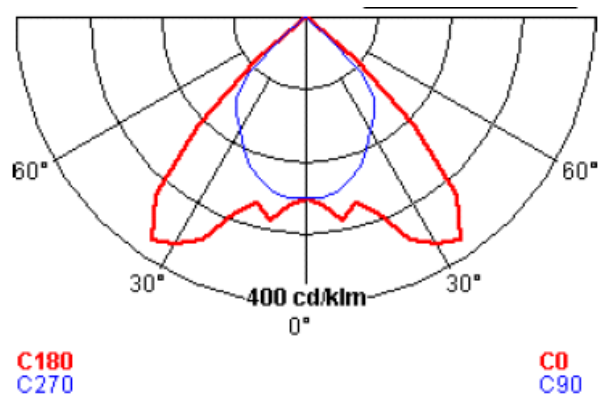
در عمل سه نوع نورپردازی بمنظور روشنایی توسط چراغهای مختلف وجود دارد:

۱- مستقیم: در این حالت نور چراغ مستقیماً بر روی سطح کار (یا شیئی) تابانیده می شود و کاربر می تواند لامپ درون چراغ را ببیند. جهت دفاتر کار و منازل و کلاً هر جایی که نور زیاد مورد نیاز باشد، این نوع نورپردازی ارجحیت دارد. شکل - ۱۶ یک قاب مهتابی جهت نورپردازی مستقیم را نشان می دهد:

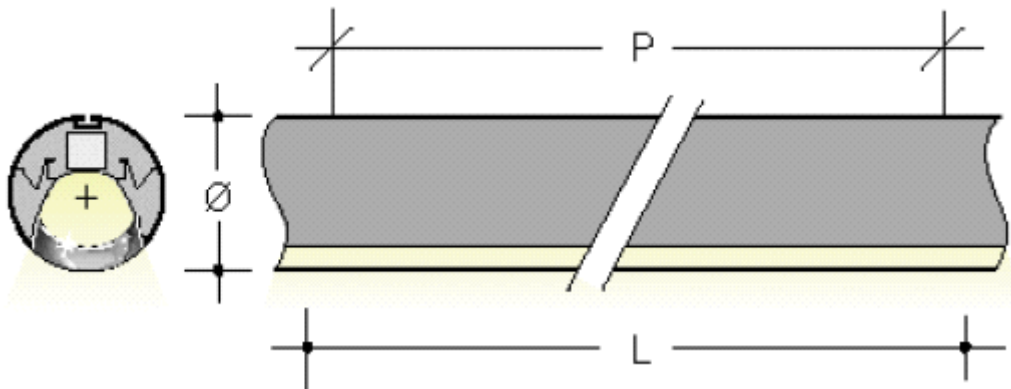


شکل - ۱۶ چراغ لامپ فلورسنت با نورپردازی مستقیم

منحنی توزیع شدت نور چراغ در شکل - ۱۷ آمده است.



شکل ۱۷ - منحنی توزیع شدت نور چراغ



شکل ۱۸ - شماتیک نورپردازی چراغ مستقیم



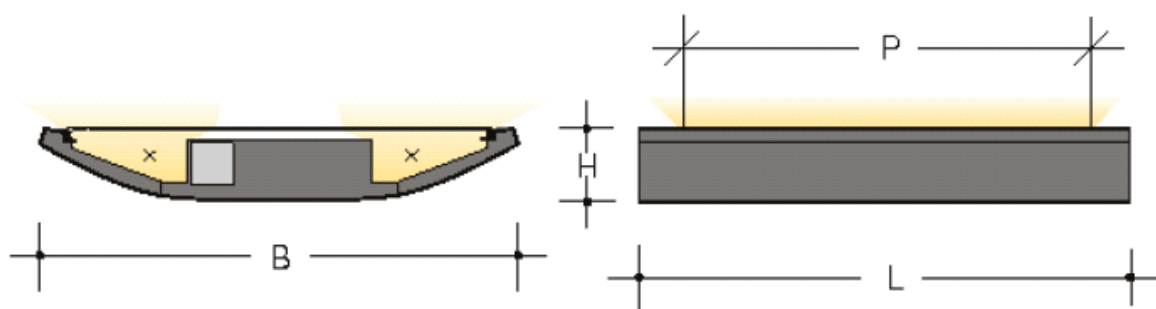
شکل - ۱۹ نورپردازی مستقیم با چراغهای فلورسنت

۲- غیر مستقیم: در این حالت نور لامپ بصورت غیر مستقیم بکمک یک واسط با توجه به خاصیت انعکاس بر روی سطح (یا شیئی) تابانیده می شود. واسط کمکی می تواند سقف، دیوارها و یا یک قطعه اضافی تعبیه شده در چراغ باشد. در این حالت کاربرد نمی تواند چراغ درون لامپ را ببیند و تنها نور خروجی را می بیند. بدلیل استفاده از واسط کمکی جهت انعکاس بازدهی پایین تر از حالت نوردهی مستقیم است و تنها مزیت آن عدم خیرگی (ویا ناچیز بودن ضریب خیرگی) می باشد.

از موارد کاربرد این نوع روشنایی می توان به بیمارستانها، اتاق میهمان هتل ها، و ... اشاره نمود.



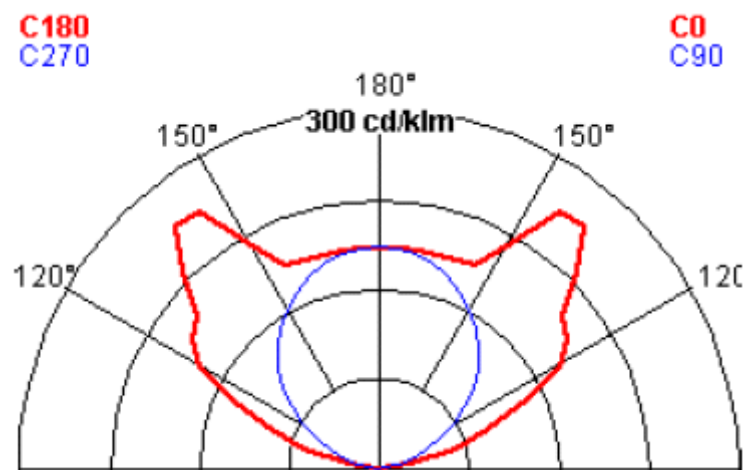
شکل - ۲۰ چراغ آویزان با نورپردازی غیر مستقیم



شکل - ۲۱ شماتیک نورپردازی غیر مستقیم

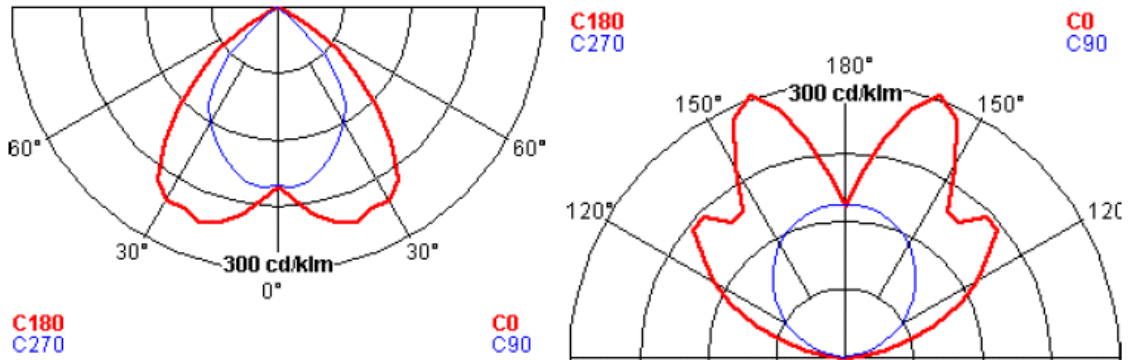


شکل - ۲۲ نورپردازی غیر مستقیم با چراغ فلورسنت

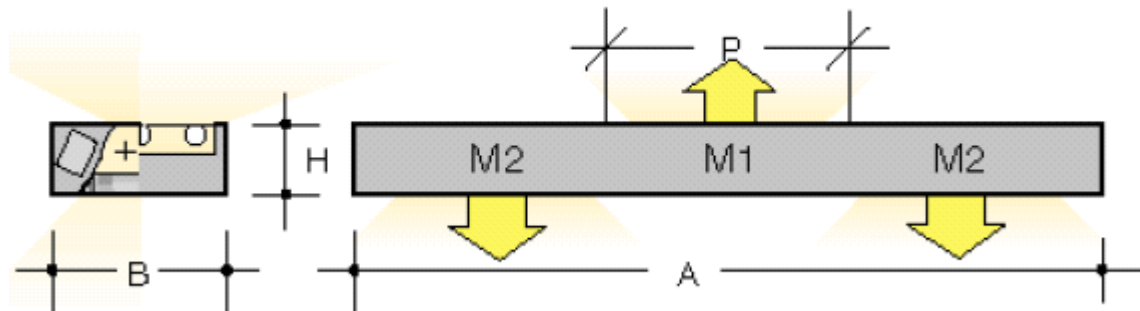


شکل - ۲۳ منحنی توزیع شدت نور چراغ با نورپردازی غیر مستقیم

۳- مستقیم - غیر مستقیم: این حالت ترکیبی از حالت مستقیم و غیر مستقیم می باشد. قسمتی از شار نوری لامپ بصورت مستقیم و قسمت دیگر بصورت غیر مستقیم تابانیده می شود. بازدهی چراغ در این حالت می تواند از دو حالت مستقیم و غیر مستقیم بیشتر است.



شکل - ۲۴ منحنی توزیع شدت نور چراغ با نورپردازی مستقیم - غیر مستقیم



شکل - ۲۵ شماتیک چراغ با نورپردازی مستقیم - غیر مستقیم





شکل - ۲۶ چراغ آویزان جهت نورپردازی مستقیم - غیر مستقیم



شکل - ۲۷ نورپردازی مستقیم - غیر مستقیم



### ۳-۳) مشخصات چراغهای لامپ

قابهای متداول لامپ های فلورسنت موجود در بازار تک لامپی ، تا چهار لامپی می باشند که متداولترین آنها حالت دو لامپی است و حالت های خاص مانند قاب با ۶ لامپ نیز وجود دارد .



شکل - ۲۸ چراغ فلورسنت با ۶ لامپ

پارامترهای زیر جهت مشخصات فنی یک چراغ مطرح می باشند.

۱- نوع ( توان ، طول ، قطر و ...) و تعداد لامپ مناسب چراغ

چون ابعاد لامپهای فلورسنت ( طول و قطر) با توان لامپ تغییر می کند هر قاب برای یک لامپ با طول و قطر مشخصی مناسب می باشد.

## ۲- نوع نور پردازی

مهتابی برای طراحی روشنایی هر سه نوع نورپردازی یعنی ، مستقیم ، غیر مستقیم و یا مستقیم- غیر مستقیم کاربرد دارد.

## ۳- منحنی توزیع شدت نور چراغ

جهت هر گونه طراحی روشنایی نیاز به منحنی توزیع شدت نور چراغ می باشد.

## ۴- ضریب بازدهی چراغ

از آنجا که چراغ نور لامپ را در جهت خاصی هدایت می کند ، باعث کم شدن شار خروجی چراغ بر اثر جذب توسط قاب منعکس کننده و خود لامپ می گردد. ضریب بازدهی چراغ بسته به مواد بکار گرفته شده و شکل چراغ بین ۶۰ تا ۹۵٪ تغییر می کند.

قاب های از جنس آلومینیوم آنودیزه دارای ضریب انعکاس بیش از ۹۵٪ می باشند.

## ۵- ضریب خیرگی

چون بیشترین کاربرد چراغ با لامپ های فلورسنت نورپردازی بصورت مستقیم است ، نور خروجی از چراغ بایستی طوری باشد که باعث مزاحمت دید و یا باصطلاح خیرگی روانی نگردد. خیرگی روانی باعث عدم آرامش و راحتی انسان می باشد. هرچقدر مقدار خیرگی بیشتر باشد ، مدت زمان تحمل آن کاهش می یابد. میزان خیرگی به ارتفاع نصب چراغ بستگی دارد . امروزه به منظور استفاده بهینه از انرژی الکتریکی جهت روشنایی ، حداقل فاصله نصب تا محیط کار با توجه به میزان خیرگی توصیه می شود

البته برای محیط های خارجی (Outdoor) خیرگی فیزیولوژی که به کنتراست برمی گردد تعریف می شود.

بمنظور کاهش خیرگی مخصوصاً لامپهای با توان بالا و ارتفاع نصب پایین راه حلهای زیر مفید می باشند:

- صفحات پلکسی گلاس سفید رنگ ، که نور را بصورت یکنواخت بر روی یک سطح پخش می کنند

- صفحات مشبک فلزی با ضریب انعکاس بالا ، که نور به اطراف پخش گردد.



شکل - ۳۰ چراغ با صفحه پلکسی گلاس

شکل ۲۹ - چراغ با صفحات مشبک فلزی

- صفحات شیشه ای منشوری ، که نور را به اطراف پخش می کنند.



شکل - ۳۱ چراغ با صفحه شیشه ای منشوری

البته بعضی از سازندگان روشهای دیگری مانند استفاده از صفحات مشبک توری شکل از جنس فلزی و یا ترکیبات مواد شیمیایی مصنوعی مانند آکريل که بهینه نمی باشند را برای محصولات خود انتخاب می کنند.



شکل - ۳۲ چراغ با صفحات مشبک فلزی یا آکريل

نکته حائز اهمیت دیگر اینستکه همیشه پوشش روی چراغ به منظور کاهش ضریب خیرگی نمی باشد بلکه برای محیط های خارجی و یا در صنایع شیمیایی و یا مواد اشتعال زا بمنظور ایزوله کردن چراغ با محیط اطراف می باشد.



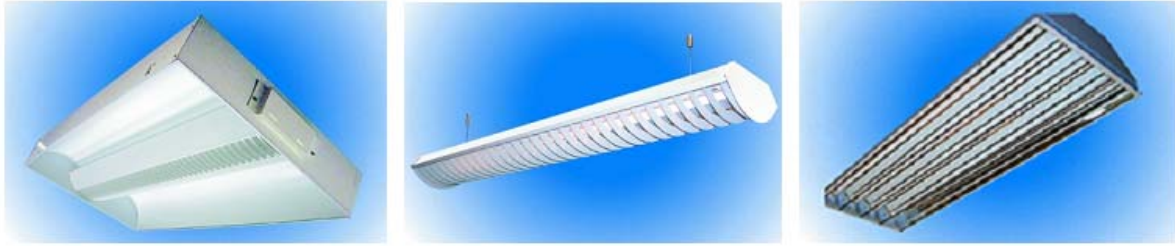
شکل - ۳۳ چراغ با محافظ شیشه ای

۶ - مناسب بودن جهت دفتر کار با وجود مانیتور کامپیوتر و یا تلویزیون

میزان شدت نور بایستی طوری باشد که بر اثر انعکاس از مانیتور و یا صفحه تلویزیون در چشم کاربر ایجاد مزاحمت دید و خیرگی ننماید. طبق استاندارد شدت نور منحنی توزیع شدت نور در زوایای بزرگتر از ۶۵ درجه کمتر از  $200 \text{ cd/m}^2$  باشد.

۷ - شکل ظاهری و زیبایی

با توجه به ابعاد بزرگ چراغهای مهتابی که فضای بزرگی را اشغال می کنند، شکل ظاهری آنها بسیار مهم و قابل توجه برای اشخاص می باشند. سازندگان مختلف امروزه بعضی از پارامترهای مهم مانند ضریب بازدهی را تا حدودی فدای زیبایی ظاهری می کنند.



شکل - ۳۴ چراغ با ظاهر فانتزی

#### ۸- طول عمر

طول عمر چراغ بایستی چندین برابر طول عمر لامپ بوده ( بطور مثال ۲۰ سال) و خاصیت انعکاسی آن نباید با گذشت زمان دچار فرسودگی زیاد و یا تغییررنگ شود. رفلکتور چراغ بایستی از موادی ساخته شود که به آسانی قابلیت تمیز کردن را داشته باشند.

#### ۹- ابعاد چراغ

ابعاد چراغ بایستی متناسب با ابعاد لامپ باشد نه خیلی بزرگتر باشد که فضای اضافی اشغال نماید.

#### ۱۰- وزن چراغ

چون چراغ بر روی سقف یا دیوارها نصب می شود بایستی که وزن آن کم باشد تا به راحتی عملیات نصب انجام و در صورت سقوط خطرات آن کمتر شود.

#### ۱۱- رنگ چراغ

رنگ چراغ بایستی حتی الامکان بمنظور هدایت حرارت به خارج، رنگ روشن باشد.

#### ۴ - ۳) نکات تکمیلی

علاوه بر پارامترهای مهمی که در رابطه با چراغ لامپهای فلورسنت اشاره شد بایستی نحوه توزیع شدت روشنایی بر روی سطح کار توسط نرم افزارهای طراحی روشنایی بررسی شود.

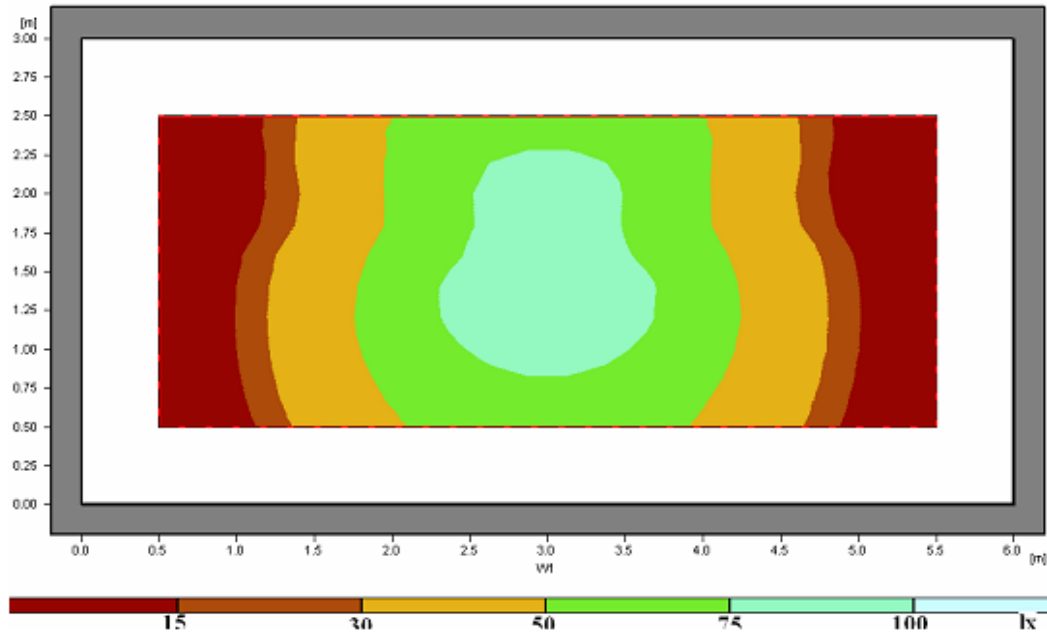
با توجه به ابعاد مکان مورد بررسی، خواص فیزیکی دیوارها و سقف از نظر خاصیت انعکاسی، (وجود پنجره ها) و همچنین موقعیت چراغ و منحنی توزیع شدت نور، می توان منحنی توزیع شدت روشنایی را محاسبه نمود.

مقدار ماکزیمم، مینیمم و متوسط شدت روشنایی، ضریب خیرگی و یکنواختی توزیع شدت روشنایی بایستی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

شکل‌های - ۳۵ و ۳۶ نمای شماتیک و منحنی توزیع شدت روشنایی را با استفاده از نورپردازی مستقیم - غیر مستقیم نشان می دهند. همانگونه که ملاحظه می شود ماکزیمم شدت روشنایی ۱۲۰ لوکس می باشد.



شکل - ۳۵ - نورپردازی مستقیم - غیر مستقیم



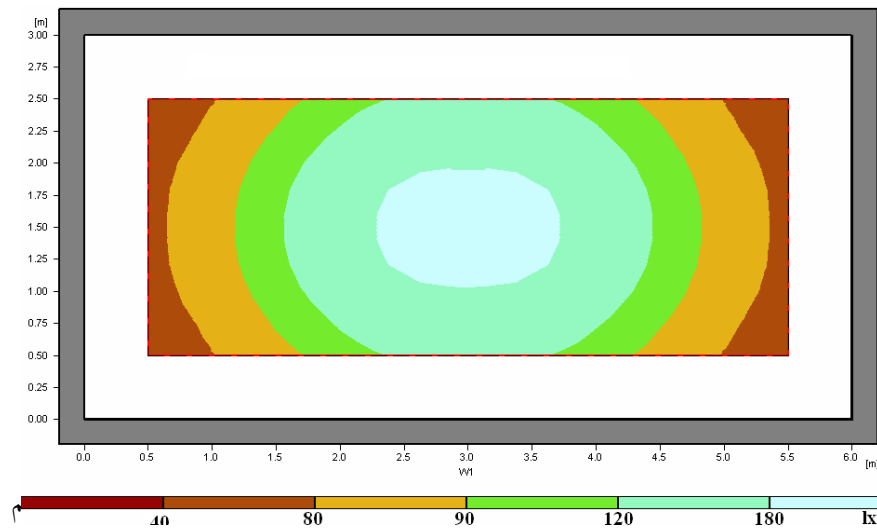
شکل - ۳۶ توزیع شدت روشنایی بر روی سطح کار با نورپردازی مستقیم - غیر مستقیم

شکل‌های - ۳۷ و ۳۸ نمای شماتیک و منحنی توزیع شدت روشنایی را با استفاده از نورپردازی مستقیم را نشان می دهند. همانگونه که ملاحظه می شود ماکزیمم شدت روشنایی در این حالت به بیش از ۲۰۰ لوکس می رسد.



شکل - ۳۷ نورپردازی مستقیم - غیر مستقیم





شکل ۳۸ - توزیع شدت روشنایی بر روی سطح کار با نورپردازی مستقیم

در حالت نورپردازی مستقیم - غیر مستقیم از خاصیت انعکاسی سقف استفاده می شود. چون خاصیت انعکاسی سقف از چراغ کمتر است پس متوسط ، ماکزیمم و می نیمم شدت روشنایی بر روی سطح کار کمتر از حالت نورپردازی مستقیم است .

در ادارات ، مدارس ، کتابخانه ها ، کارخانجات و ... که میزان روشنایی سطح کار دارای اهمیت درجه ۱ است لازم است از نورپردازی مستقیم استفاده گردد. از اینرو برای یک نورپردازی بهینه و فنی ، بمنظور هدایت مناسب نور و افزایش بازدهی بایستی که قاب چراغ به سقف متصل ، لامپ فلورسنت را کاملاً احاطه و نور را به سمت پایین هدایت کند.



شکل - ۳۹ چراغ نامناسب جهت طراحی روشنایی عادی

تنها بمنظور روشنایی موضعی و یا تزئینی با لامپهای فلورسنت توان پایین ، استفاده از قابهایی که کل محیط لامپ را احاطه نمی کنند مجاز می باشد.



شکل - ۴۰ استفاده از چراغ مخصوص زیر کابینت جهت روشنایی موضعی

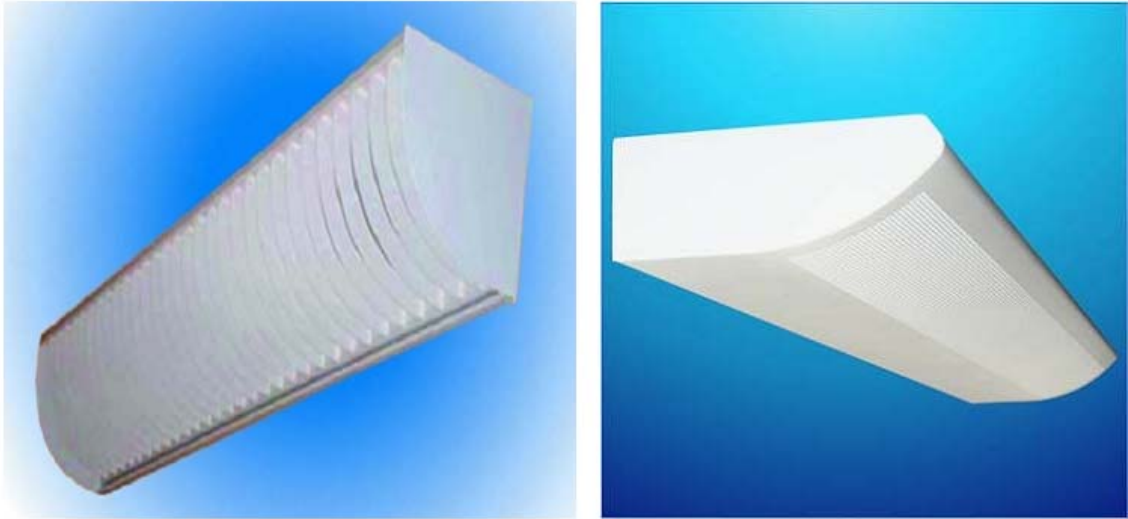


شکل - ۴۱ استفاده از چراغ مخصوص جهت روشنایی موضعی



شکل - ۴۲ استفاده از چراغ مخصوص جهت روشنایی موضعی و فانتزی

نکته دیگر استفاده از چراغهای فلورسنت بمنظور تأمین روشنایی ( نه حالت دکوراتیو) بر روی دیوارهای جانبی می باشد که در این حالت نیز میزان شدت روشنایی بر روی سطح محیط کار بیش از حالت مستقیم- غیرمستقیم نصب بر روی سقف افت می کند. و تنها بمنظور روشنایی موضعی و یا تزئینی با لامپهای فلورسنت توان پایین ، استفاده از این چراغها بر روی دیوارهای جانبی مجاز می باشد.



شکل - ۴۳ چراغ های فلورسنت دیواری

## فصل - ۴

### معرفی تجهیزات آزمایشگاهی جهت اندازه گیری پارامترهای نوری لامپهای

#### فلورسنت و چراغ

##### ۱ - ۴ ( مقدمه

بمنظور بررسی کیفیت و مشخصات هر محصول لازم است یک سری پارامتر ( شاخص ) جهت آن تعریف و بر اساس این پارامترها ارزیابی گردد. جهت اندازه گیری شاخص های نوری لامپ و چراغ ، تجهیزات و روش های مخصوصی وجود دارد که در این فصل مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می گیرند. باید جهت اندازه گیری پارامترهای نوری به کالیبره بودن توجه داشت و شرایط محیط ( درجه حرارت و رطوبت) مطابق شرایط استاندارد باشد.

##### ۲ - ۴ ( تجهیزات آزمایشگاهی لامپ

جهت ارزیابی و بررسی کیفیت ، و همچنین مشخصات لامپ فلورسنت پارامترهای زیر بایستی اندازه گیری شوند.

##### - کل شار نوری لامپ

با استفاده از کره اندازه گیری شار نوری ، میزان شار خروجی لامپ اندازه گیری می شود. شارنوری نشان دهنده کل امواج الکترومغناطیسی مرعی با توجه به منحنی حساسیت روشنی چشم انسان محاسبه

می شود. واحد اندازه گیری شار نوری لومن می باشد. جهت اندازه گیری بایستی به کیفیت و مشخصات لامپ مرجع توجه داشت.



شکل - ۴۴ کره اندازه گیری شار نوری لامپ

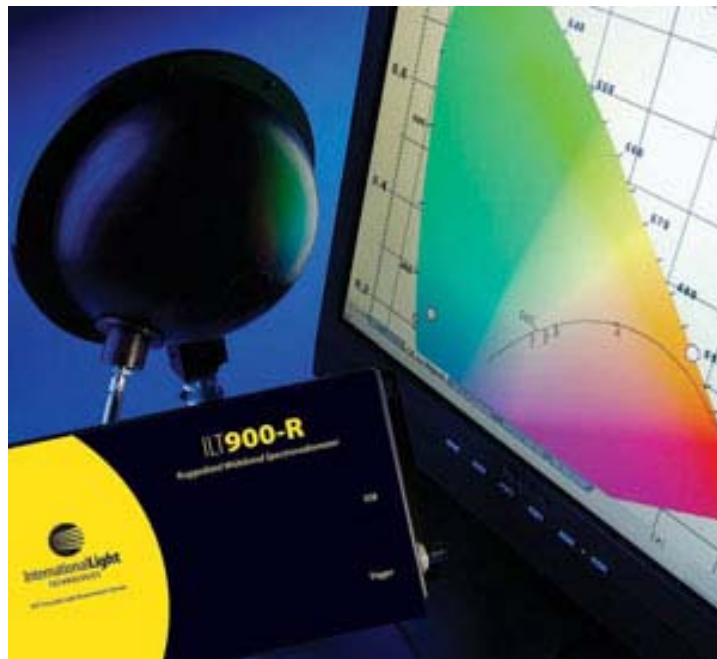
- درجه حرارت رنگ

یکی از پارامترهای مهم کیفیت نور درجه حرارت رنگ می باشد. درجه حرارت رنگ نشان دهنده رنگ نور است که با واحد کلوین اندازه گیری می شود. با استفاده از دستگاه رنگ متر، درجه حرارت رنگ منابع نورانی اندازه گیری می شود.



شکل ۴۵- دستگاه رنگ متر جهت اندازه گیری درجه حرارت رنگ

در این دستگاه علاوه بر درجه حرارت رنگ، موقعیت (مختصات) رنگ در سیستم جدول رنگ ( یعنی  $X, Y, Z, x, y$  ) تعیین می شود.



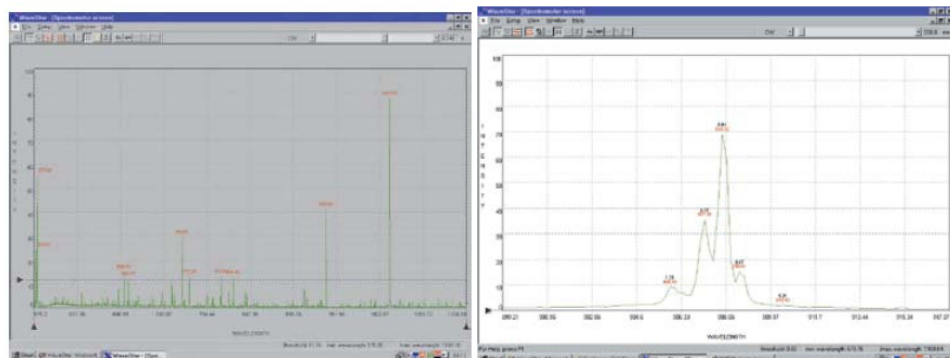
شکل ۴۶- تعیین مختصات رنگ نور

- ضریب برگردان رنگ ( ضریب نمود رنگ )

یکی از پارامترهای تعیین کیفیت طیف مرعی نور لامپ ، ضریب برگرداندن رنگ ( ضریب نمود رنگ ) می باشد. هرچه این ضریب به ۱۰۰ ( و یا کلاس 1A ) نزدیکتر باشد کیفیت نور آن بهتر است. با استفاده از دستگاه رادیومتر طیف نوری این پارامتر از طریق پردازش طیف مرعی لامپ، محاسبه و تعیین می شود.



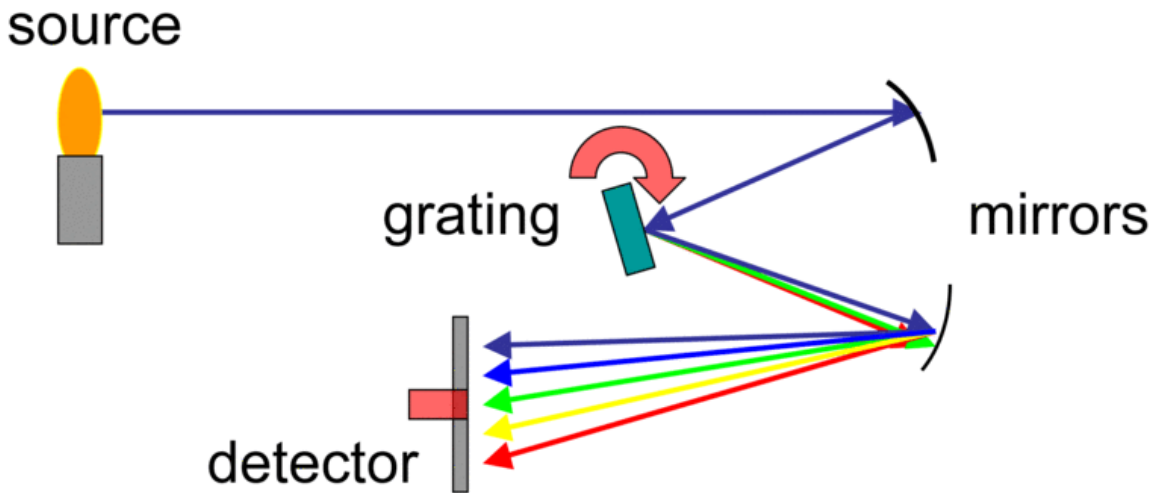
شکل - ۴۷ دستگاه رادیومتر طیف مرعی



شکل - ۴۸ پردازش طیف مرعی جهت محاسبه ضریب برگرداندن رنگ ( ضریب نمود رنگ )



این دستگاه جهت پردازش طیف مرعی از فیلترجزیی برای رنگهای اصلی و یا منشور استفاده می کند.



شکل - ۴۹ تجزیه نور با استفاده از نور جهت پردازش طیف

#### - رادیو متر طیف نامرعی

علاوه بر نور مرعی ، امواج الکترومغناطیسی غیر مرعی نیز از لامپ منتشر می شود که برای لامپهای رشته ای امواج مادون قرمز IR و برای لامپ های فلورسنت و کم مصرف امواج ماوراء بنفش UV اهمیت دارد. با استفاده از دستگاه رادیو متر طیف نامرعی می توان میزان امواج غیر مرعی را مشخص نمود. امواج ماوراء بنفش در سه گروه A ( ماوراء بنفش نزدیک UV-A ) ، B ( ماوراء بنفش میانه UV-B ) و C ( ماوراء بنفش دور UV-C ) تقسیم می شوند. میزان امواج ماوراء بنفش در هر گروه توسط سازنده در مشخصات فنی لامپ داده شده است.



شکل - ۵۰ - دستگاه رادیو متری طیف نامرعی

- بررسی دیمربار بودن

بررسی قابلیت دیمر لامپ ها توسط دستگاه اندازه گیری جریان نوری انجام می شود. این دستگاه بر اساس اندازه گیری فوتون ( جریان نوری) کار می کند.



شکل - ۵۱ - دستگاه اندازه گیری جریان فوتون

با استفاده از این دستگاه می توان منحنی ولتاژ- شار نوری ( عملکرد دیمر) بررسی گردد.

- طول عمر

طول عمر لامپ از نظر مدت زمان روشن بودن و همچنین تعداد دفعات خاموش و روشن شدن توسط یک دستگاه کنترلی انجام می شود. لامپ بر اساس یک سیکل تعریف شده روشن و پس از سپری شدن زمان

خاصی خاموش می گردد ، سپس بعد از مدتی دوباره روشن و این سیکل ادامه پیدا می کند. بر اساس تعریف ، طول عمر لامپ مدت زمانی است که شار نوری لامپ به ۸۰٪ مقدار نامی کاهش می یابد.

### ۳-۴) تجهیزات آزمایشگاهی چراغ

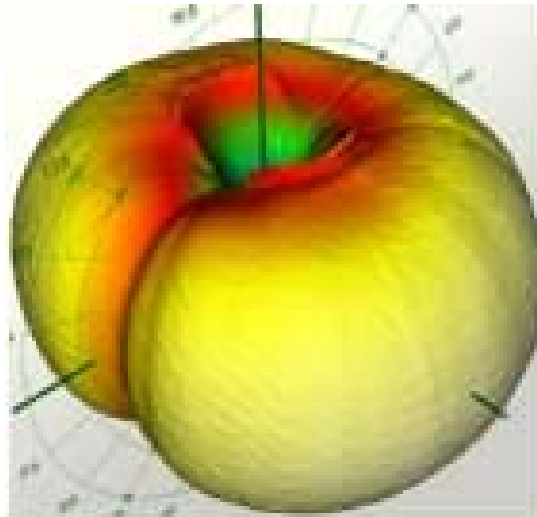
بمنظور بررسی چراغ لازم است پارامترهای زیر اندازه گیری شوند.

- منحنی توزیع شدت نور

جهت هر گونه طراحی روشنایی در نرم افزارهای مربوطه نیاز به منحنی توزیع شدت نور و میزان شار نوری چراغ می باشد. میزان شار نوری چراغ نشان دهنده بازدهی آن است . منحنی توزیع شدت نور نشان دهنده نحوه توزیع و پخش شدن نور از چراغ در فضای سه بعدی می باشد.

مشخصات منحنی توزیع شدت نور ، در صفحات مختلف ( دربرگیرنده کل فضا) نمایش داده می شود که سه حالت ، صفحات A ، صفحات B و صفحات C تعریف شده است.

کاربردی ترین حالت در طراحی روشنایی ، استفاده صفحات C بوده که منحنی های توزیع شدت نور را در ۳۶۰ صفحه نمایش می دهد. معمولاً سازندگان چراغ دو صفحه C0-C180 (عمود بر محور چراغ) و C90-C270 (در امتداد محور چراغ) را بعنوان مشخصات چراغ در کاتالوگ نمایش می دهند.



شکل ۵۲- منحنی توزیع شدت نور لامپ

جهت اندازه گیری منحنی توزیع شدت نور چراغ از دستگاهی بنام گونیوفتومتر استفاده می شود. سه مدل دستگاه گونیوفتومتر وجود دارد.

#### ۱- گونیو با استفاده از آینه

این دستگاه که بر اساس قانون حداقل فاصله کار می کند از طریق اندازه گیری شدت روشنایی اطراف چراغ، (چراغ در مرکز یک کره قرار می گیرد) توزیع شدت نور را اندازه گیری می کند. چراغ در این حالت بصورت افقی حول محور خود ۳۶۰ درجه می چرخد و آینه بصورت افقی ۰ تا ۱۸۰ درجه می چرخد.

این دستگاه چون فاصله بین منبع نوری و گیرنده بایستی حداقل ده برابر طول لامپ باشد نیاز به فضای زیادی دارد. زمان یک آزمایش معمولی ۲ ساعت می باشد که می توان با تغییر سرعت چرخش موتورها و همچنین میزان دقت مورد نیاز این زمان را کاهش و یا افزایش داد.



شکل -۵۳ دستگاه گونیوفتومتر آینه ای

## ۲- گونیو با دوربین پیکسل نوری

با توجه به نیاز گونیو با آینه به فضای زیاد ، این گونیو که بر اساس دوربین های ماتریسی با پیکسل های زیاد کار می کند نیاز با فضای کمی دارد. البته دقت آن نسبت به گونیو با آینه کمی کمتر است. زمان یک آزمایش معمولی ۲ ساعت می باشد که می توان با تغییر سرعت چرخش موتورها و همچنین میزان دقت مورد نیاز این زمان راتا ۲۰ دقیقه کاهش و یا افزایش داد. مهمترین مزیت این دستگاه اشغال فضای کمتر نسبت به گونیو با آینه است.



شکل - ۵۴ گونیو با دوربین پیکسل های نوری

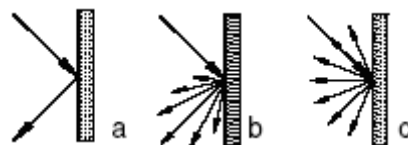
### ۳ - دستگاه گونیو مارپیچی

در این حالت منبع نوری حول محور خود بصورت افقی می چرخد و سنسور بصورت مارپیچی دور آن می چرخد. دقت این دستگاه پایین است و در موارد که منحنی توزیع شار خروجی متقارن است مثلاً لامپ رشته ای کاربرد دارد سرعت این دستگاه نسبت به حالت‌های قبل خیلی بیشتر است.

استفاده از این دستگاه برای اندازه گیری دیگر مرسوم نمی باشد.

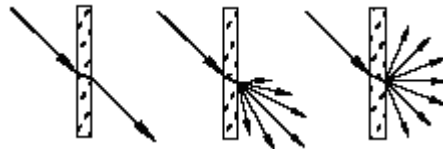
### - ضریب انعکاس و انتشار چراغ

لازم است ضریب انعکاس رفلکتور چراغ اندازه گیری شود تا در صورت پایین بودن بازدهی لامپ ، مشخص شود مشکل از طراحی ( شکل قاب) و یا مواد بکار رفته در قاب رفلکتور می باشد.



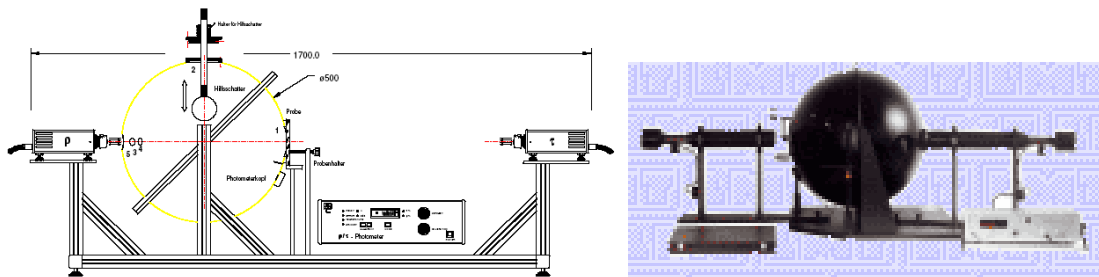
شکل - ۵۵ حالت‌های مختلف انعکاس نوری

چون در بسیاری از چراغها بمنظور جلوگیری از خیرگی و همچنین نفوذ گرد و غبار به داخل چراغ از یک صفحه شیشه ای ( و یا پلکسی گلاس) استفاده می شود ، لازم است ضریب انتقال نور نیز محاسبه شود.

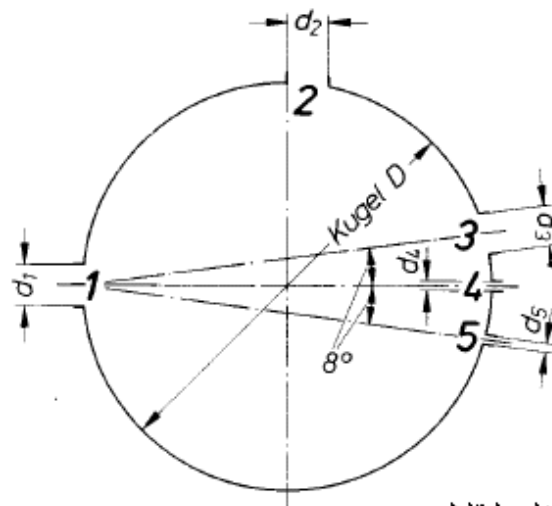


شکل - ۵۶ حالت‌های مختلف انتقال نوری

برای اندازه گیری ضریب انتقال و انعکاس از کره مخصوص و پروژکتورهای با توزیع نور باریک استفاده می شود.



شکل - ۵۷ نحوه اندازه گیری ضرایب انعکاس و انتشار



قطر روزنه های ۱ تا ۵

$$d_1 \cong 0,1 D$$

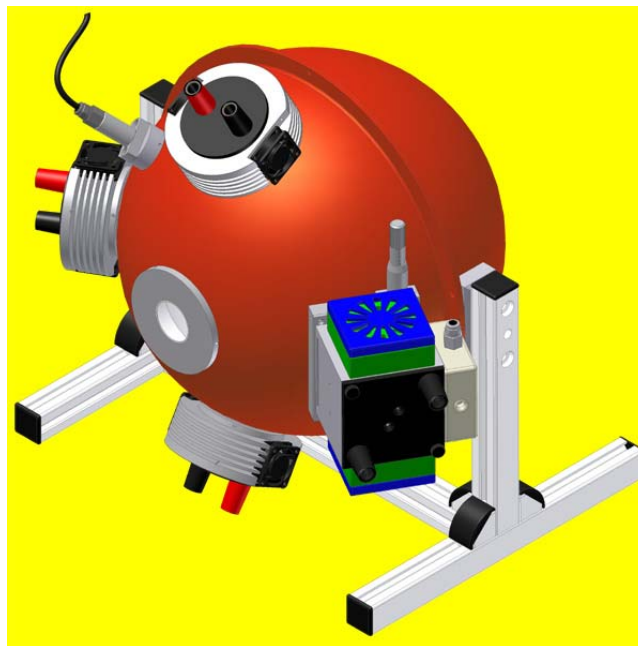
$$d_2 \cong 0,1 D$$

$$d_3 \cong 0,1 D$$

$$d_4 \cong 0,02 D$$

$$d_5 \cong 0,02 D$$

شکل - ۵۸ کره اندازه گیری ضرایب انتقال و انعکاس



شکل - ۵۹ کره اندازه گیری ضرایب انتقال و انعکاس

نحوه اندازه گیری در استاندارد DIN 5036 آمده است.



## فصل - ۵

### تدوین دستورالعمل نحوه صحیح بکارگیری و سرویس و نگهداری چراغ‌ها با لامپهای

### فلورسنت

#### ۱ - ۵) مقدمه

در حال حاضر هیچ گونه دستورالعمل در رابطه با نحوه صحیح بکارگیری و سرویس و نگهداری چراغ‌ها با لامپ فلورسنت وجود ندارد. در این قسمت با توجه به حساسیت چراغ و لامپ به پارامترهای مختلف، توصیه‌های برای کاربرد اصلی چراغهای فلورسنت یعنی تأمین روشنایی در محیط کار، منازل و ... (بجز حالت فانتری و زیبایی) مطرح می‌شود.

در فصول آینده بالاست بطور کامل تشریح و بررسی خواهد شد.

#### ۲ - ۵) نگهداری لامپ

در رابطه با لامپ‌های فلورسنت موارد زیر مطرح است.

#### ۱- طول عمر

با توجه به اینکه در طراحی صحیح و فنی روشنایی، ضریب نگهداری بطور نرمال ۲۰٪ در نظر گرفته می‌شود بنابراین لازم است پس از طول عمر تعیین شده توسط سازنده لامپ تعویض گردد. در حالتی که در طراحی حالت بیش از حد نرمال باشد هرچند که می‌توان از لامپ استفاده نمود ولی کیفیت رنگ نور زیر حد نرمال می‌گردد.

#### ۲- اثر درجه حرارت

هر چند که درجه حرارت محیط تأثیر گذار بر شار خروجی لامپ است و ضریب بهره را کاهش می‌دهد. درجه حرارت بالا باعث تخریب لایه فلورسنت داخل لامپ نیز می‌گردد. بنابراین لازم است محل نصب چراغ با فاصله از منابع گرمایی (اجاق گاز، بخاری و ...) باشد.

#### ۳- وجود گرد و غبار

گرد و غبار بر روی لامپ دو مشکل دارد اول اینکه مانع خروج نور بطور مستقیم می‌شود و مقداری از نور را جذب کرده دوم اینکه مانع از تبادل انرژی حرارتی می‌گردد و لامپ از حد نرمال گرم تر می‌شود.

بنابراین لازم است بسته به مناطق استفاده در دوره های مشخص لامپ با دستمال مرطوب تمیز شود.

#### ۴- توان نامی لامپ‌ها

بمنظور تأمین روشنایی مطلوب محیط کار به یک مقدار مشخص شار نوری نیاز است که می‌توان با توجه به تنوع انتخاب لامپ‌ها از نظر توان، به شار نوری مورد نظر رسید. اگر بمنظور صرفه جویی در چراغ از لامپهای با توان بالا استفاده شود ممکن است باعث خیرگی و همچنین عدم یکنواختی نور گردد و چشم را خسته نماید. توصیه می‌شود حتی الامکان از لامپهای توان پایین (زیر ۳۰ وات) در محیط‌های که سقف خیلی بلند ندارند (حدود متر) استفاده شود.

### ۳-۵) نگهداری چراغ

در رابطه با نگهداری چراغ موارد زیر مطرح می‌باشد.

#### ۱- نصب چراغ در سقف

همانگونه که در فصل ۴ نیز اشاره گردید چراغ بایستی علاوه بر محاط کردن کامل لامپ (لامپها) در سقف نصب و یا آویزان باشد.

#### ۲- وجود گرد و غبار

در صورتیکه چراغ فاقد قاب ( شیشه یا پلکسی گلاس ) باشد بایستی که در دوره های مشخص مثلاً ۶ ماهه قاب چراغ با دستمال مرطوب کاملاً تمیز شود. قابهای آلودیزه شده بسیار حساس بوده و ممکن است هنگام تمیز کردن خش های میکروسکوپی بردارند و باعث کاهش راندمان چراغ شوند.

#### ۳- تغییر رنگ چراغ

در چراغهایی که محفظه رفلکتور آنها بصورت رنگ کرده سفید می‌باشد، لازم است در صورت تغییر رنگ ، چراغ تعویض گردند ، چون بشدت باعث کاهش راندمان چراغ می‌گردد.

#### ۴- تعداد لامپ در یک چراغ

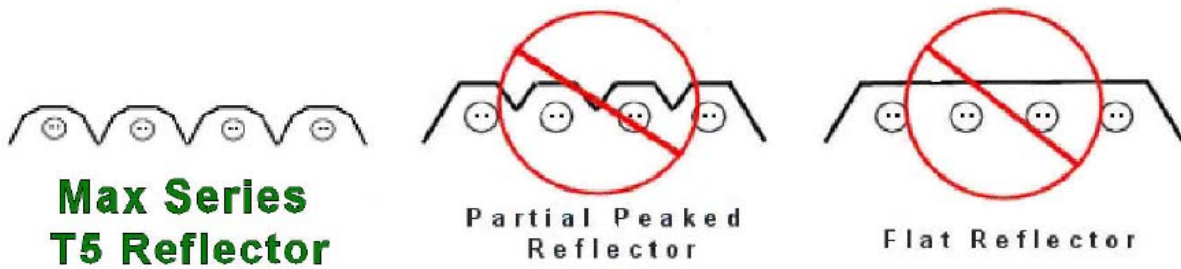
جهت یک راندمان بهینه حداکثر تعداد لامپ T5 , T8 در یک چراغ ۴ عدد می‌باشد. قاب چراغ بایستی کاملاً لامپها را مجزا نماید تا تبادل حرارتی انجام شود و شار خروجی ( نور) لامپها توسط لامپ های مجاور جذب نگردد ، چون لامپهای T5, T8 در درجه حرارت بالا کار می‌کنند .

بطور مثال درجه حرارت داخلی لامپ T5 در حداکثر شار خروجی (۱۰۰٪) به ۹۵ درجه سانتیگراد می‌رسد.

#### ۵- تأثیر شکل ظاهری چراغ

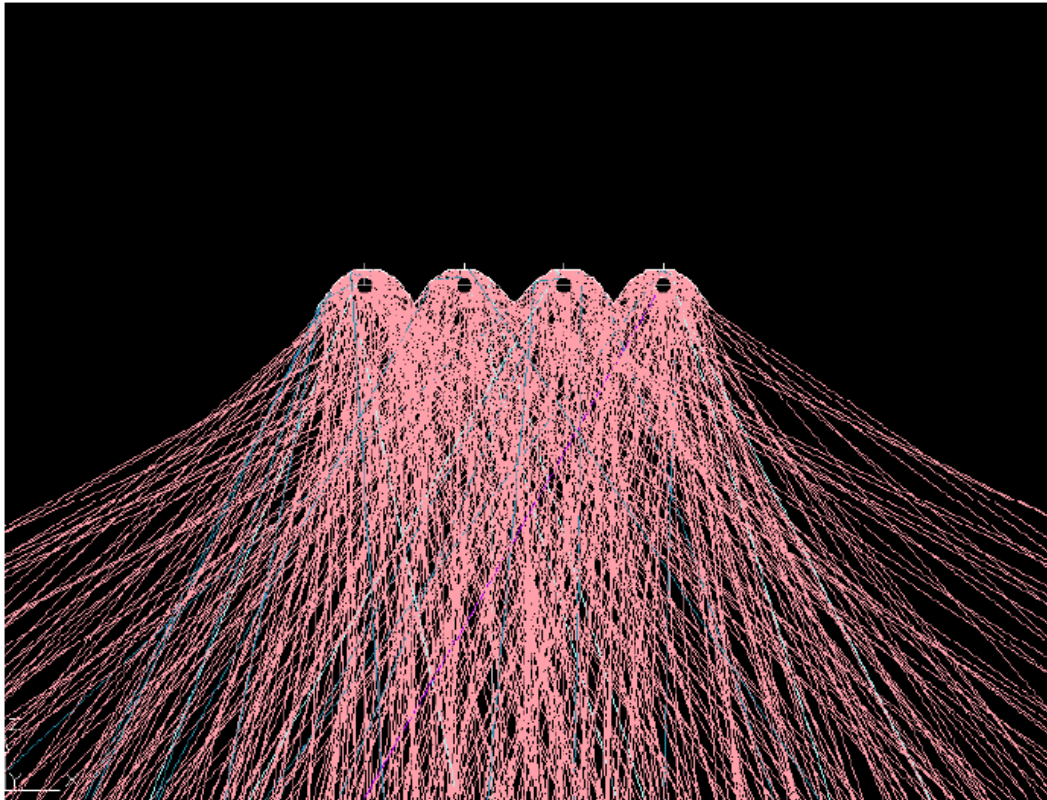
نحوه قرار گرفتن لامپ در چراغ و همچنین زاویه های کناری لبه های چراغ علاوه بر راندمان بر طول عمر لامپ‌ها نیز تأثیر گذار هستند.

شکل - ۶۰ حالت صحیح و حالت‌های ناصحیح چراغ اینگونه لامپ‌ها را نشان می‌دهند.



شکل - ۶۰ چراغ مناسب و نامناسب جهت ۴ عدد لامپ T5 یا T8

در شکل ۶۱ حالت پرتو افشانی لامپ‌ها با چراغ مناسب نشان داده شده است.

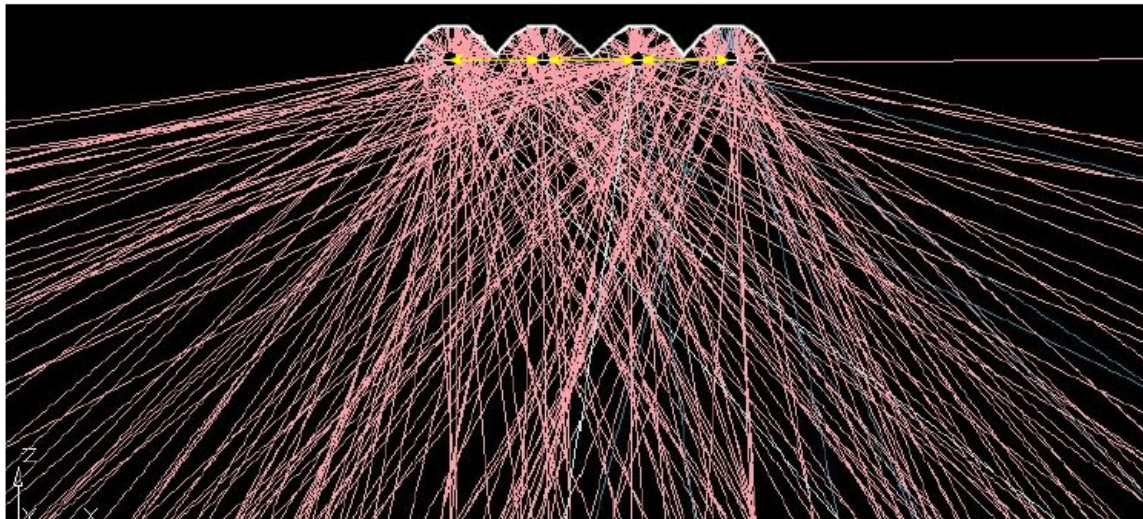


شکل - ۶۱ خارج شدن پرتوها از یک چراغ مناسب



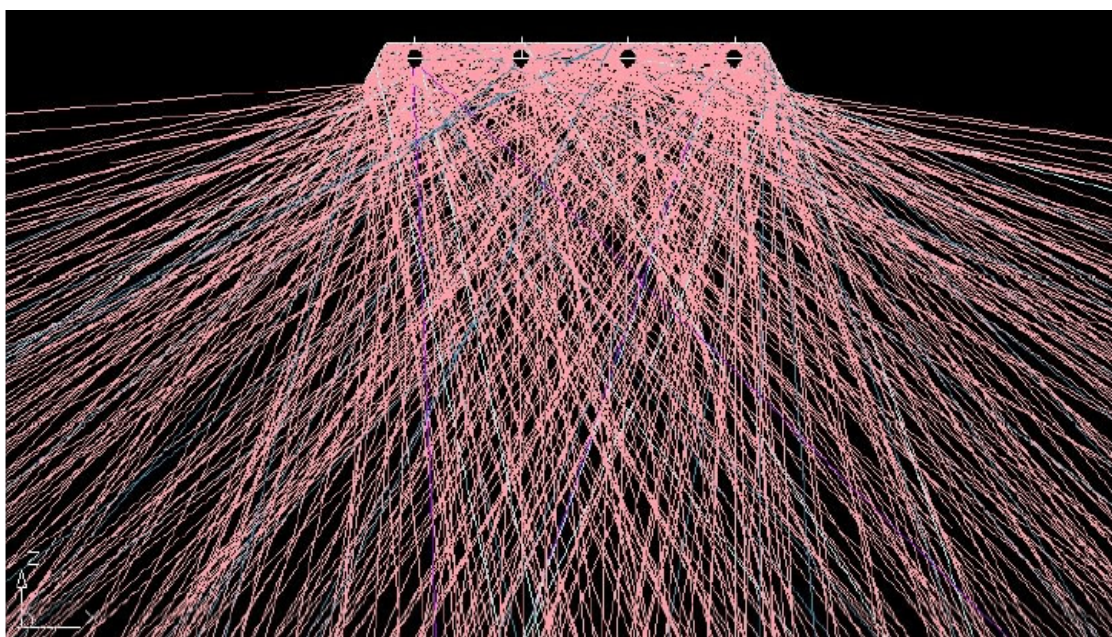
در این حالت انتشار نور بصورت موازی خیلی کم است.

شکل های ۶۲ و ۶۳ انتشار نور ( پرتو افکنی) چراغ نامناسب را نشان می دهند.



شکل - ۶۲ چراغ نامناسب لامپ های فلورسنت

در این حالت عمق چراغ به اندازه کافی نبوده و انتشار نور در جهت افقی زیاد بوده و همچنین جذب مقدار زیادی از نور توسط لامپها اتفاق می افتد.



شکل - ۶۳ چراغ نامناسب لامپ های فلورسنت

در این حالت گرچه عمق چراغ به اندازه کافی بوده ولی بعلت عدم جدا کننده بین لامپها و همچنین زاویه نامناسب لبه‌ها، انتشار نور در جهت افقی زیاد بوده و همچنین مقدار جذب نور توسط لامپها نیز بیش از حد می‌باشد که علاوه بر گرم شدن لامپها و کوتاه شدن عمر آنها سبب کاهش راندمان چراغ می‌گردد.

#### ۶- ضریب انعکاس چراغ

امروزه با استفاده از فرآیند آنودیز، سازندگان موفق به طراحی چراغ با ضریب بازدهی (راندمان) بیش از ۹۵٪ شده‌اند.

علاوه بر بازدهی بالای اولیه چراغ، نایبستی طول عمر بر عملکرد و بازدهی چراغ تأثیر محسوسی داشته باشد.

#### ۷- کاهش ارتفاع نصب

شار نوری لامپ متناسب با مجذور فاصله کاهش می‌یابد. با توجه به وجود چراغهای پاندولی می‌توان فاصله منبع نوری (چراغ) تا سطح کار را کوچک کرده و در مصرف انرژی الکتریکی با استفاده از لامپهای توان پایین تر صرفه جویی نمود.

### ۴- ۵) بکارگیری لامپهای فلورسنت

لامپهای فلورسنت به سه گروه زیر تقسیم می‌شوند:

۱- لامپ با نور سفید گرم

۲- لامپ با نور سفید خنثی و سرد

۳- لامپ با نور سفید روز

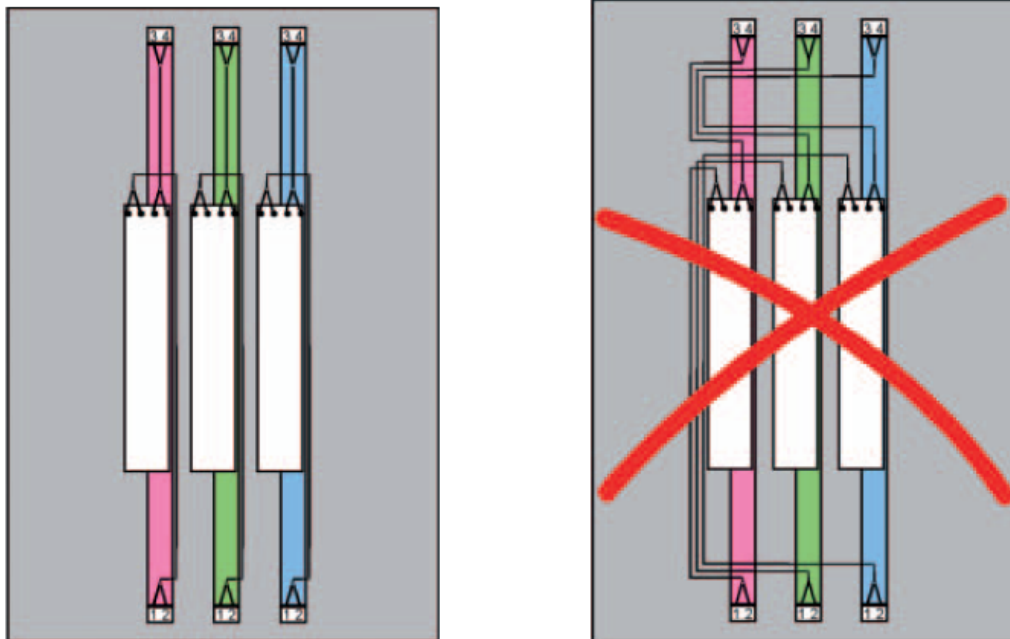
گروه ۱ دارای درجه حرارت رنگ کمتر از ۳۳۰۰ کلوین بوده و تحت این نور انسان حالت آرامش و راحتی دارد از اینرو بهتر است در منازل، رستوران‌ها، کنفرانس‌ها و ... استفاده گردد.

گروه ۲ دارای درجه حرارت رنگ بین ۳۳۰۰ تا ۵۳۰۰ کلوین بوده و تحت این نور انسان حالت سرحالی و نشاط دارد از اینرو بهتر است در دفاتر اداری، مدارس، کارگاه و ... استفاده گردد.

گروه ۳ دارای درجه حرارت رنگ بزرگتر از ۵۳۰۰ کلوین بوده و برای محیط‌های بسته جهت انجام کارهای فنی مناسب است.

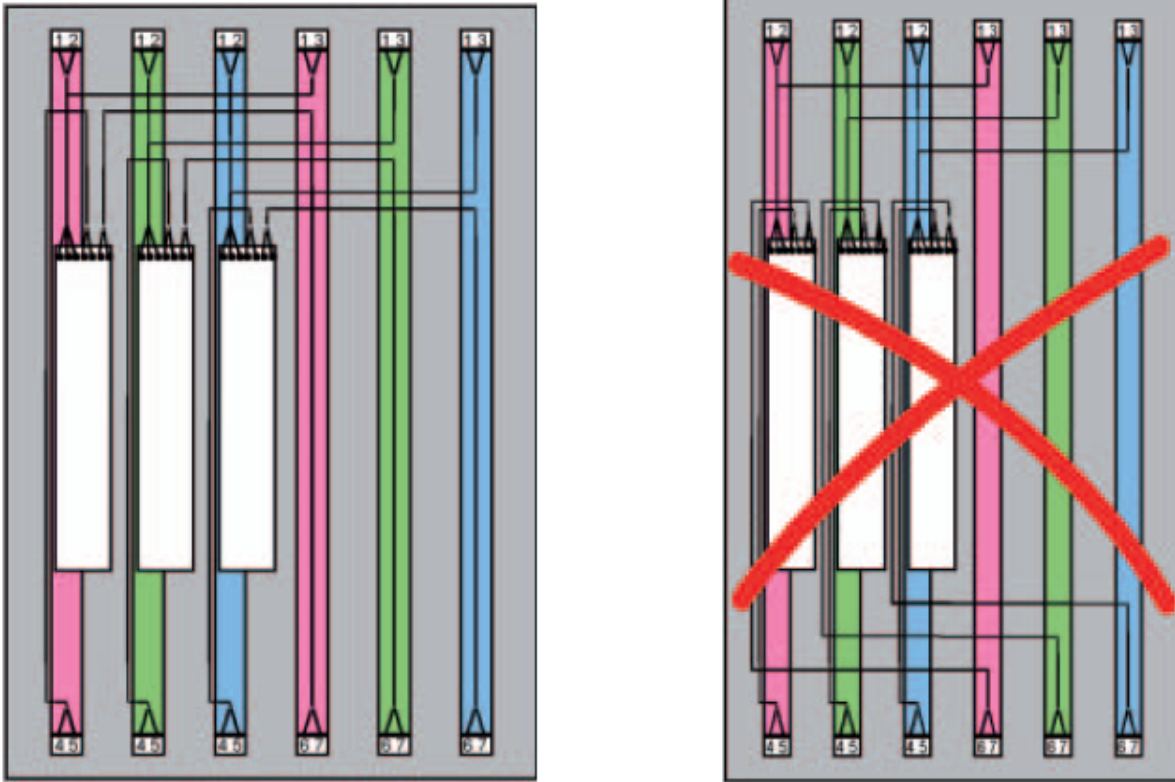
#### ۵-۵) بررسی بالاست‌های موازی

هنگام استفاده از چند بالاست الکترونیکی در یک مجموعه چراغ، لازم است اتصالات به نحو صحیح انجام گیرد تا از تأثیر متقابل و اغتشاشات ناخواسته ناشی از خازن‌های پارازیتی جلوگیری شود.



شکل - ۶۴ نحوه اتصال لامپهای موازی به بالاست الکترونیکی

همانگونه که در شکل ۶۴ تذکر داده شده نبایستی سیم‌های ارتباطی لامپها در یک چراغ در طول لامپ کنار یکدیگر و موازی باشند.



شکل - ۶۵ نحوه اتصال دو لامپ با یک بالاست الکترونیکی

همانگونه که در شکل ۶۵ اشاره شده ، نبایستی سیم‌های ارتباطی دو لامپ که با یک بالاست الکترونیکی راه اندازی می شوند بصورت موازی در امتداد طول لامپ کنار یکدیگر باشند.



## فصل - ۶

### مطالعه اجمالی روند رو به رشد لامپهای فلورسنت ، بالاست و همچنین قابهای

#### منعکس کننده ( چراغ )

##### ۱ - ۶) مقدمه

تاریخچه لامپهای فلورسنت به سال ۱۸۵۷ در کشور آلمان برمی گردد. این لامپ فلورسنت متشکل از یک لوله شیشه ای و دو الکترود در طرفین آن بود . داخل لوله از هوای کم فشار پر شده بود که با اعمال یک ولتاژ بالا لامپ روشن می شد. در سال ۱۸۸۰ تولید انبوه و تجاری لامپ البته با گاز درون شیشه از نئون و یا آرگون شروع شد و تا به امروز روند رشد و ارتقاء لامپ ادامه پیدا کرده است.

بطور کلی چراغهای فلورسنت شامل سه قسمت اصلی زیر می شود:

۱- لامپ

۲- چراغ

۳- بالاست

در ادامه روند رو به رشد هر یک از اجزاء فوق الذکر می آید.

##### ۲ - ۶) روند رو به رشد لامپ

روند رو به رشد لامپ های فلورسنت بر اساس موارد زیر می باشد:

- افزایش ضریب بهره نوری لامپ

- افزایش طول عمر لامپ

- افزایش کیفیت نور لامپ

- دوستدار محیط زیست بودن

بمنظور افزایش ضریب بهره نوری تغییراتی در ساختمان ( ابعاد کوچکتر ) و مواد بکارگرفته شده انجام شده است. ضریب بهره نوری لامپ های فلورسنت T5 امروزه از مرز ۱۰۰ لومن بر وات گذشته است . ضریب بهره نوری متداول بین ۴۵ تا ۷۰ لومن بر وات است.

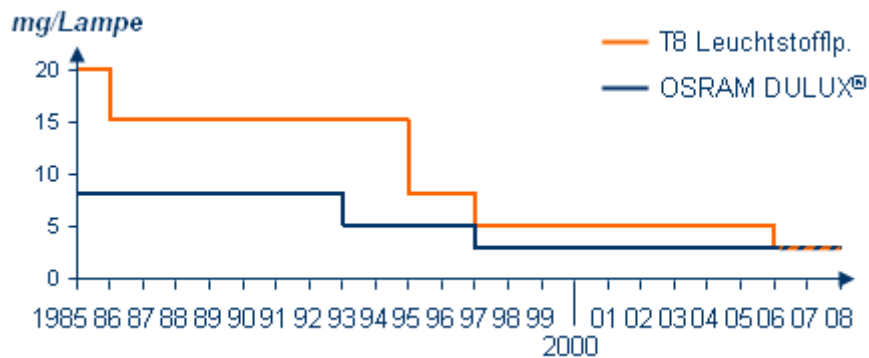
هرچند که بعضی از سازندگان لامپ های فلورسنت محصولات ویژه خود را با طول عمر ۸۰۰۰۰ ساعت معرفی می نمایند ، طول عمر لامپهای مرسوم (با کیفیت خوب) با راه انداز الکترونیکی T5 حدود ۱۰۰۰۰ ساعت ، T8 حدود ۸۰۰۰ ساعت و T10 حدود ۴۰۰۰ ساعت می باشد.

همانگونه که قبلاً اشاره شده در داخل لوله امواج ماوراء بنفش تولید می گردد و تولید نور مرعی توسط خاصیت فلورسنت انجام می شود. کیفیت نور لامپ به کیفیت لایه فلورسنت داخل لوله بستگی دارد. امروزه بالاترین کیفیت نور را فلورسنت با طیف کامل ( کلسیم هالو فسفات با منیزیوم و بیسموت ) دارا می باشد، بطوریکه ضریب نمود رنگ به ۹۸ رسیده است.

از آنجا که بیش از ۷۰٪ منابع نوری مصنوعی از نوع فلورسنت می باشند ، موضوع بازیافت و همچنین مواد استفاده شده در این لامپها برای دوستداران محیط زیست از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

درون لامپ ، گاز سمی جیوه که برای انسان و محیط زیست خطرناک است وجود دارد سازندگان علاوه بر بازیافت و کنترل راههای جلوگیری ورود این گاز به طبیعت ، سعی می کنند حتی الامکان مقدار این گاز را در محصولات خود کم نمایند بطوریکه بطور معمول این مقدار از ۲۰ میلی گرم در لامپهای اولیه ، امروزه به کمتر از ۲ میلی گرم (شرکت سولوانیا Sylvania لامپ Micro-Mini به ۱,۵ گرم) رسیده است.

شکل - ۶۶ روند رو به کاهش مقدار جیوه درون لامپهای فلورسنت کارخانه اسرام را نشان می دهد. لامپ اسرام Dulux-EL دارای ۲,۵ میلی گرم جیوه در هر لامپ است.



شکل - ۶۶ کاهش مصرف جیوه در لامپهای کارخانه اسرام

### ۳-۶) روند رو به رشد چراغ

روند رشد چراغ های فلورسنت در اصل بر اساس موارد زیر می باشد:

- راندمان بالاتر

- همگنی منحنی توزیع شدت نور

- خیرگی پایین تر

در سال ۱۹۵۳ چراغ با صفحات فلزی بدنبال آن در سال ۱۹۵۸ چراغ از جنس پلی استر به بازار عرضه شد .



شکل - ۶۸ چراغ از جنس پلی استر



شکل - ۶۷ چراغ با صفحات فلزی

در سال ۱۹۶۰ چراغهای با پوشش شیشه ای تخت و در سال ۱۹۷۷ چراغ با پوششی از شیشه های محدب در بازار رواج پیدا کردند.



شکل - ۷۰ چراغ با شیشه محدب



شکل - ۶۹ چراغ با شیشه تخت

امروزه چراغهای با بازدهی بیش از ۹۵٪، منحنی توزیع شدت نور همگن برای حالت‌های نورپردازی مستقیم، غیر مستقیم و مستقیم - غیر مستقیم با ضریب خیرگی ناچیز در بازار یافت می شوند. (فصل ۳)

#### ۴ - ۶) روند رو به رشد بالاست

روند رو به رشد بالاست بمنظور راه اندازی لامپهای فلورسنت بر اساس موارد زیر می باشد:

- کاهش مصرف انرژی الکتریکی
- طول عمر بیشتر بالاست و لامپ

- افزایش شار نوری لامپ
- هوشمند و کنترل پذیری
- کاهش هارمونیک

در این قسمت بالاست های القایی و الکترونیکی بطور مفصل شرح داده می شوند. در فصل هفت بالاست های پیشرفته سازگار با سیستم DALI بطور مفصل تشریح خواهند شد.

#### ۱ - ۴ - ۶) بالاست های مرسوم

بالاست های مرسوم و یا باصطلاح القایی از دو جزء ، چک ( سلف مغناطیسی) و استارتر تشکیل شده اند. چک در واقع یک سلف مغناطیسی است که از پیچیدن چندین دور سیم پیچ بر روی یک هسته آهنی (فرومغناطیسی) تشکیل شده که دارای اندوکتانس تقریباً ثابتی بوده و بصورت سری با لامپ فلورسنت در مدار قرار می گیرد. از آنجا که این سلف در مقابل جریان های متناوب از خود مقاومت نشان می دهد به آن آندوکتانس القایی نیز می گویند. چک وظایف زیر را برعهده دارد:

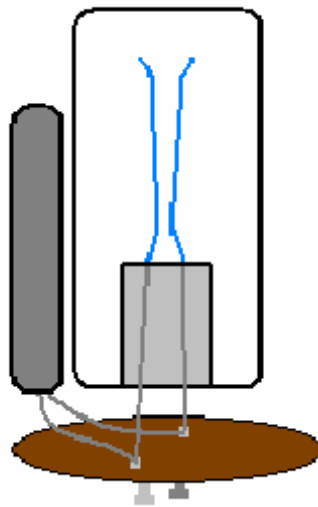
- تولید ولتاژ بالای راه انداز
  - با توجه به خاصیت سلف که جریان آن بصورت پیوسته تغییر می کند تغییر ناگهانی جریان باعث تولید پالس های بزرگ ( بسته به سرعت تغییرات جریان و بزرگی مقدار اندوکتانس) ولتاژی می گردد. که البته این پالس ها تولید هارمونیک و ریپل در مدار تغذیه می نمایند.
  - محدود کردن جریان
- مقاومت سلف در مقابل جریان های متناوب باعث محدود کردن جریان در بار ثابت می گردد.

- فیلترینگ

خاصیت جریان ثابتی سلف باعث می گردد پالس های سوزنی ایجاد شده بر اثر تخلیه الکترونی به خط تغذیه برنگردد.

مقدار اندوکتانس سلف بستگی به نوع لامپ و توان آن دارد. علاوه بر وزن بالای چک ها ، نقطه ضعف مهمتر ، وجود تلفات بالا در آنها می باشد. مقدار تلفات بستگی به مشخصات هسته سیم پیچ و سیم پیچ دارد. مقدار نرمال تلفات حدود ۳۰٪ توان مصرفی دو سر لامپ بوده که در صورت نامرغوب بودن مواد هسته و سیم پیچ این تلفات تا بیش از ۵۰٪ نیز می رسد.

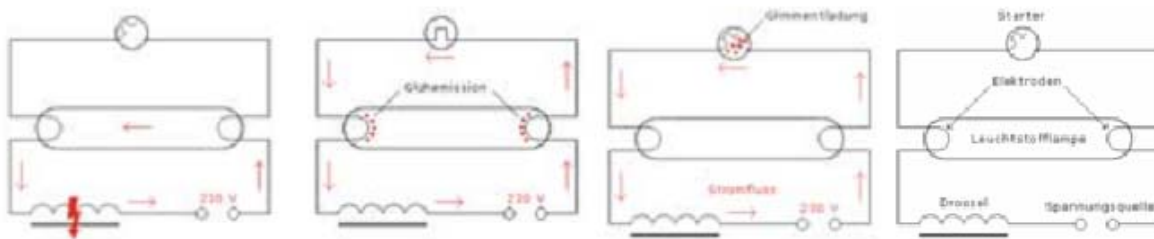
جزء دیگر بالاست های مرسوم استارتر می باشد. استارتر در واقع مانند یک کلید قطع و وصل موازی با لامپ عمل می کند.



شکل - ۷۱ استارتر لامپ فلورسنت

پس از ارسال فرمان روشن شدن به لامپ به دلیل وجود امپدانس بالای لامپ جریان از لامپ عبور نمی کند و ولتاژ تغذیه دو سر استارتر می افتد و باعث تخلیه جزئی بین المانهای استارتر و نزدیک شدن آنها به

یکدیگر و نهایتاً بسته شدن استارتر می گردد، بسته شدن استارتر باعث بسته شدن مدار لامپ شده ، که در این حالت جریان درون سلف برقرار می شود .جریان درون مدار باعث گرم شدن کنتاکتهای استارتر می شود. چون جنس کنتاکتها متفاوت بوده این گرم شدن باعث دوباره فاصله گرفتن و باز شدن استارتر و بدنبال آن قطع بار مدار (سلف) می گردد. بواسطه وجود سلف که جریان آن نمی تواند ناگهانی تغییر داشته باشد پالس ولتاژی بزرگی تولید شده که این ولتاژ بزرگ باعث تخلیه و پایین آمدن امپدانس لامپ و نهایتاً برقراری جریان درون لامپ می گردد. پس از برقراری جریان درون لامپ بدلیل اختلاف پتانسیل پایین دو سر لامپ ، استارتر قطع می ماند.



شکل - ۷۲ مراحل عملکرد استارتر از سمت راست به چپ

## ۲ - ۴ - ۶) بالاست های الکترونیکی

بالاست های الکترونیکی علاوه بر نقش آفرینی جهت راه اندازی اولیه لامپ همواره هنگام بهره برداری از لامپ در عملکرد آن مؤثر هستند.

بالاست های الکترونیکی بر خلاف بالاست های مرسوم فاقد چک و استارتر می باشند. اساس کار این بالاست ها یکسوسازها و مبدل های فرکانس بالا می باشند. بالاست الکترونیکی با استفاده از تغییر فرکانس ، ولتاژ را کم کم افزایش داده و لامپ را با کمترین ولتاژ روشن می نمایند.

از سال ۱۹۸۶ که اولین بالاست الکترونیکی به بازار عرضه شد ، با توجه به پیشرفت تکنولوژی قطعات الکترونیکی ، همواره این بالاست ها در حال پیشرفت و توسعه در زمینه کاهش تلفات ، افزایش طول عمر لامپها ، افزایش شار نوری ، بهبود ضریب توان ، کاهش هارمونیک و همچنین قابلیت های بالا جهت کنترل لامپ ( از طریق سنسورهای نوری متنوع) می باشد.

مزایای بالاست های الکترونیکی نسبت به بالاست های مرسوم ( القایی) به قرار زیر است:

- سرعت بالای روشن شدن

- کاهش مصرف بالاست

مصرف بالاست های الکترونیکی در حدود ۱۰٪ بوده که در نوع پیشرفته آن که توسط شرکت اسرام ارائه شده حدود ۷٪ می باشد. این بالاست ها با سیستم سوئیچینگ کار می کند.

- افزایش طول عمر لامپ

بالاست های مرسوم و الکترونیکی قدیمی در خانواده بالاست با استارت سریع قرار می گیرند. در این خانواده برای مدت زمان کوتاهی (در حد چند دهم ثانیه) فیلمانها گرم می شوند و سپس با اعمال ولتاژ بالا به دو سر لامپ ، لامپ روشن می شود. بعلاوه زمان کوتاه و جریان ناکافی برای پیش گرمایش ، این روشن شدن سریع اثر مخربی بر روی فیلمانهای لامپ خواهد گذاشت و سبب می گردد فیلمان های لامپ سوخته و ریزش نماید که سیاه شدگی دو سر لامپ بر اثر ریزش همین ماده است ، در نتیجه این تخریب فیلمان ها طول عمر لامپ به نحو چشمگیری کاهش می یابد.

دربالاست های الکترونیکی پیشرفته برای زمانی حدود ۱ ثانیه جریان کافی از فیلمان های لامپ عبور می کند و باعث گرم شدن فیلمان ها به اندازه کافی می گردد، این پیش گرمایش باعث محافظت فیلمان ها می گردد که نهایتاً طول عمر لامپ را افزایش می دهد.

همان طور که اشاره شده ولتاژ راه اندازی لامپ با بالاست الکترونیکی پایین تر از ولتاژ راه اندازی با بالاست های القایی بوده که این فرایند نیز باعث طول عمر لامپ ( فیلمان و مواد فلورسنت داخل از نظر کیفیت ) می شود.



- تشخیص پیری لامپ

این مدار دارای قابلیت تشخیص لامپهای پیر می باشد پس از تشخیص پیری مدت زمان پیش گرمایش توسط بالاست افزایش می یابد.

- افزایش شار نوری

از آنجا که فرکانس عملکرد اینگونه بالاست بیش از ۴۰ کیلو هرتز می باشد میزان شار نوری لامپ بیش از حالت معمولی می باشد که دلیل آن برخورد بیشتر الکترونها با مولکولهای گاز جیوه است. در واقع هنگام تغییر پلاریته مانند اعمال یک ولتاژ صفر می باشد ، که هرچه فرکانس عملکرد بالاتر باشد این زمان کوتاهتر میشود.

مورد دیگر زمان سریع تغییر پلاریته باعث می شود که الکترونها آزاد زمان کمتری جهت ترکیب با یونهای جیوه را داشته باشند. این عمل باعث می شود که تعداد الکترونها از بین رفته در طول مسیر کمتر شود. ۱

- خستگی چشم

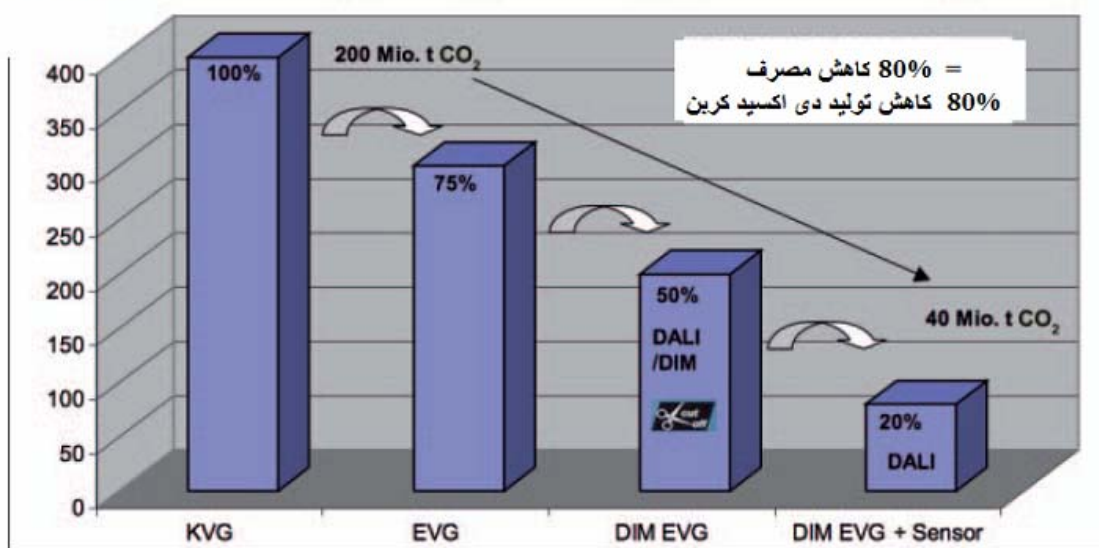
چشم انسان در صورتیکه سرعت تغییرات کمتر از ۱/۲۴ ثانیه باشد قادر به رهگیری نمی باشد. اما تغییرات هر چقدر هم که سریع باشد بر روی شبکیه چشم و ماهیچه های آن تأثیر می گذارد. سرعت فلیکر نور با بالاست های مرسوم ۱/۵۰ ثانیه بوده ، این اثر که به اصطلاح اثرات استروپوسکوپیک نامیده می شود باعث خستگی چشم می گردد. از آنجا که فرکانس عملکرد بالاست های الکترونیکی بیش از ۴۰ کیلو هرتز می باشد این اثر منفی کاملاً ناچیز می باشد.

- ضریب توان

ضریب توان بالاست های الکترونیکی منطبق با استاندارد IEC61000-2-3 در حدود ۰,۹۸ می باشد، که البته بعضی از سازندگان حداقل ضریب توان ۰,۹۵ را برای محصولات خود اعلام می کنند.

شکل - ۷۳ میزان کاهش مصرف انرژی الکتریکی با پیشرفت بالاست و متناسب با آن کاهش تولید گاز دی اکسید کربن برای مصرف جهانی سال ۲۰۰۸ را نشان می دهد.

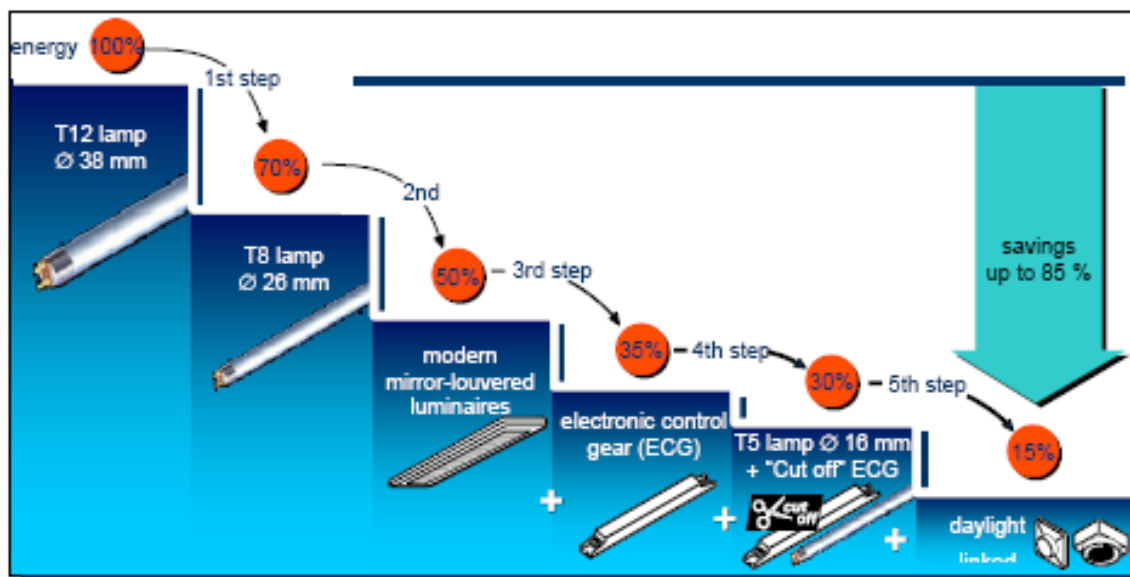
مصرف انرژی بالاست در کل جهان  
بر حسب مگاوات ساعت



شکل - ۷۳ کاهش مصرف انرژی الکتریکی با پیشرفت بالاست

## ۵ - ۶) نتیجه گیری

شکل - ۷۴ روند کلی پیشرفت چراغ ، لامپ و بالاست که منجر به کاهش ۸۵٪ مصرف انرژی الکتریکی شده را نشان می دهد.



شکل - ۷۴ روند پیشرفت استفاده از چراغهای فلورسنت جهت روشنایی

بر اساس شکل - ۷۴ مصرف انرژی الکتریکی با پیشرفت لامپهای فلورسنت از T12 به T8 ۳۰٪ ، با پیشرفت چراغ های آنودیزه ۲۰٪ ، با پیشرفت بالاست های الکترونیکی ۲۰٪ و با پیشرفت بالاست های الکترونیکی دیجیتالی و سنسورهای نوری ۱۵٪ کاهش یافته است.

## فصل - ۷

### معرفی و بررسی بالاست های الکترونیکی پیشرفته (DALI)

#### ۱ - ۷) مقدمه

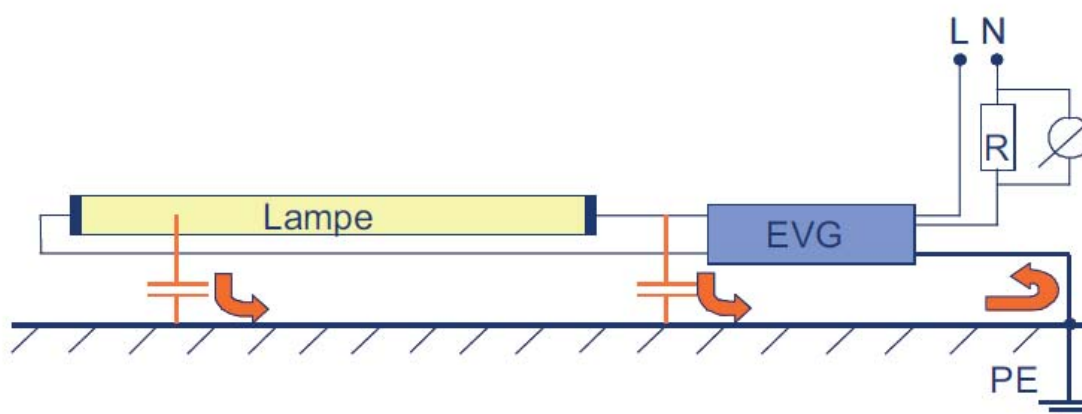
نظر به اینکه لامپهای فلورسنت جهت روشن شدن نیاز به بالاست دارند ، در کنار پیشرفت چراغ و لامپ ، همواره پیشرفت و ارتقاء بالاست نیز مورد توجه سازندگان و محققان می باشد.

علاوه بر افزایش کیفیت عملکرد بالاست از نظر طول عمر بیشتر، تلفات کمتر ، شار نوری بیشتر لامپ و ... ، در زمینه کنترل هوشمند سیستم های روشنایی ، بالاست چراغ نقش اساسی دارد. از اینرو در این فصل توانایی و مشخصات بالاست های پیشرفته از نظر کنترل هوشمند و مکانیزه سیستم های روشنایی معرفی و تشریح می شوند.

#### ۲ - ۷) بالاست های پیشرفته سازگار با DALI

علاوه بر قابلیت های ذکر شده بالاست های الکترونیکی ( فصل ششم ) ، بالاست های مدرن پیشرفته دارای قابلیت های زیر نیز می باشند :

- ایمنی  
از نظر ایمنی استاندارد EN61347 را برآورده می سازند.
- اغتشاشات عملکردی  
بعلت وجود خازن پارازیتی بین دو سر لامپ و زمین ، لازم است که عملکرد بالاست در مقابل اغتشاشات ایمن باشد.
- تأثیر امواج الکترومغناطیسی از فرکانس 9 kHz تا 300 MHz بر اساس استاندارد EN55015 تعریف می گردد.



شکل - ۷۵ خازن های پارازیتی بین الکترودهای لامپ و زمین

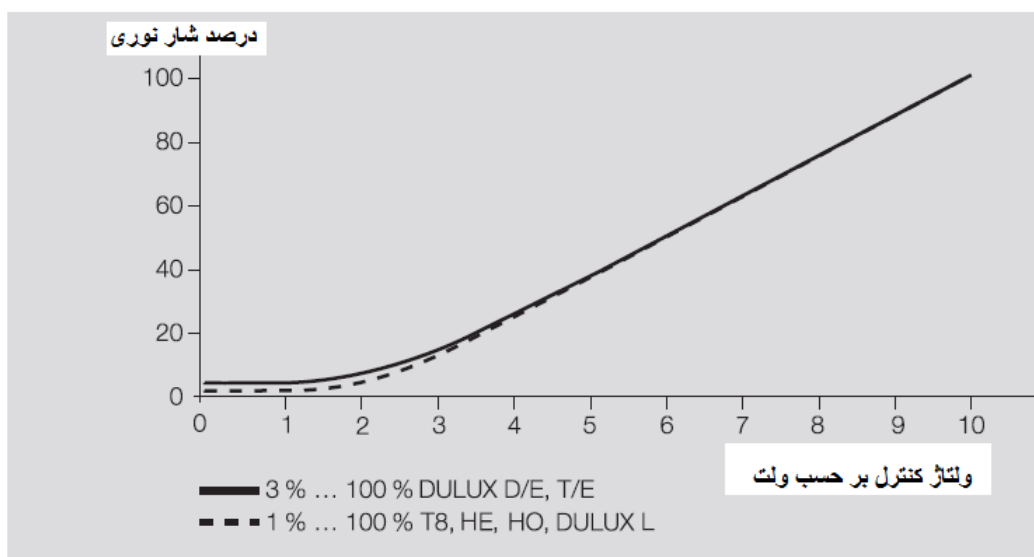
لازم است فاصله بین لامپ و بالاست حداقل باشد تا خطوط هادی ارتباطی حداقل طول را داشته باشند و کمترین خازن پارازیتی بوجود آید.

#### - قابلیت تشخیص خطا

بالات های الکترونیکی مدرن می توانند حالت خطا و یا اتمام طول عمر لامپ را تشخیص دهند. در صورت قطع جریان مدار ناشی از سوختن لامپ ، بالاست قادر است با حالت قطع جریان مدار با فرمان سنسور یا کاربرتمیز دهد.

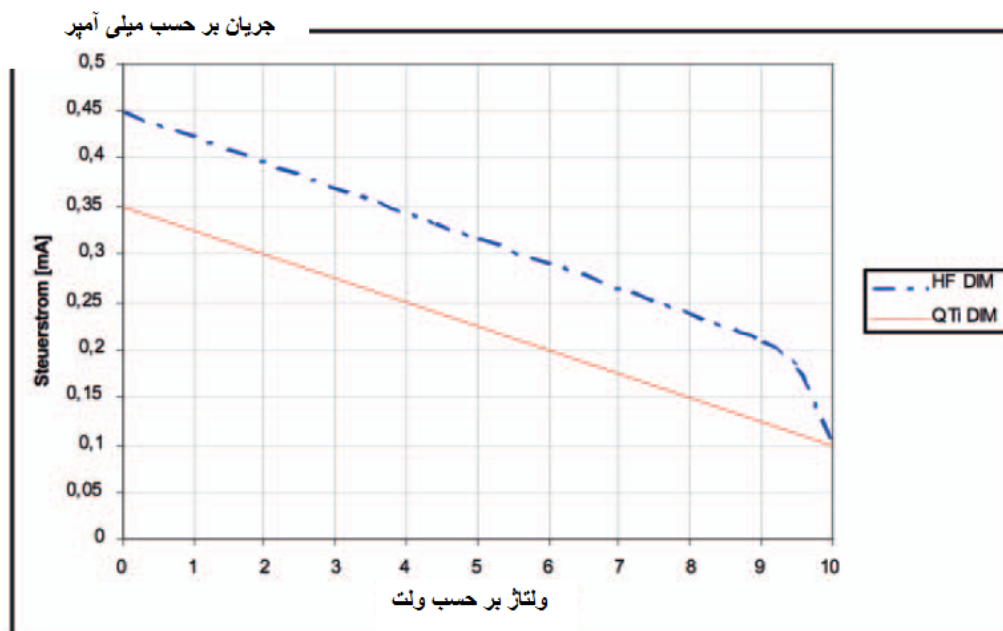
#### - دایمر

بالات های الکترونیکی مدرن قابل دایمر به دو صورت آنالوگ و یا دیجیتال ، میزان شار نوری لامپ را از ۰,۱ (حداقل) تا ۱۰۰٪ کنترل می کنند. با توجه به شکل - ۷۶ بالاست های الکترونیکی آنالوگ شرکت اسرام دارای یک ورودی ۱ تا ۱۰ ولت بوده که قادر هستند میزان شار نوری را کنترل نمایند.



شکل - ۷۶ کنترل شار نوری لامپ با استفاده از بالاست الکترونیکی آنالوگ

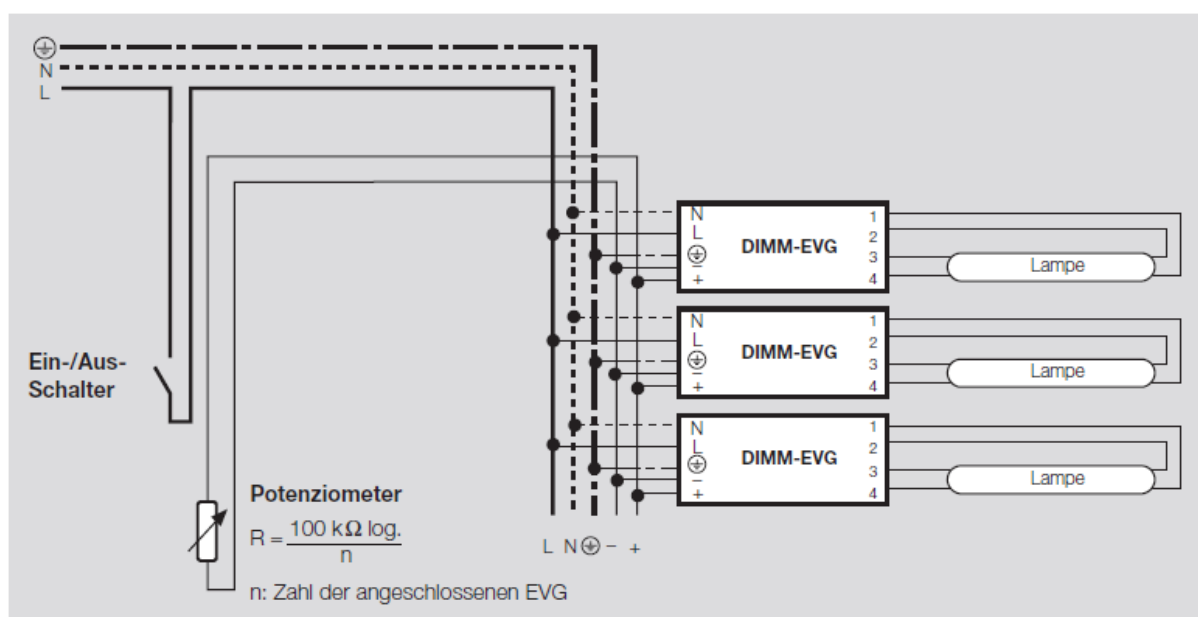
با توجه به اهمیت تلفات ، سازندگان می کوشند که مصرف بالاست ها را تا آنجا که ممکن است کاهش دهند. شکل - ۷۷ میزان جریان دو بالاست الکترونیکی مدل HF DIM و نوع پیشرفته تر آن QTİ DIM قابل دیمر را نشان می دهند.



شکل - ۷۷ جریان بالاست های الکترونیکی با تغییرات ولتاژ ورودی (جهت دیمر)

همانگونه که ملاحظه می شود مصرف انرژی الکترونیکی بالاست نوع QTی بمراتب کمتر از نوع HF می باشد.

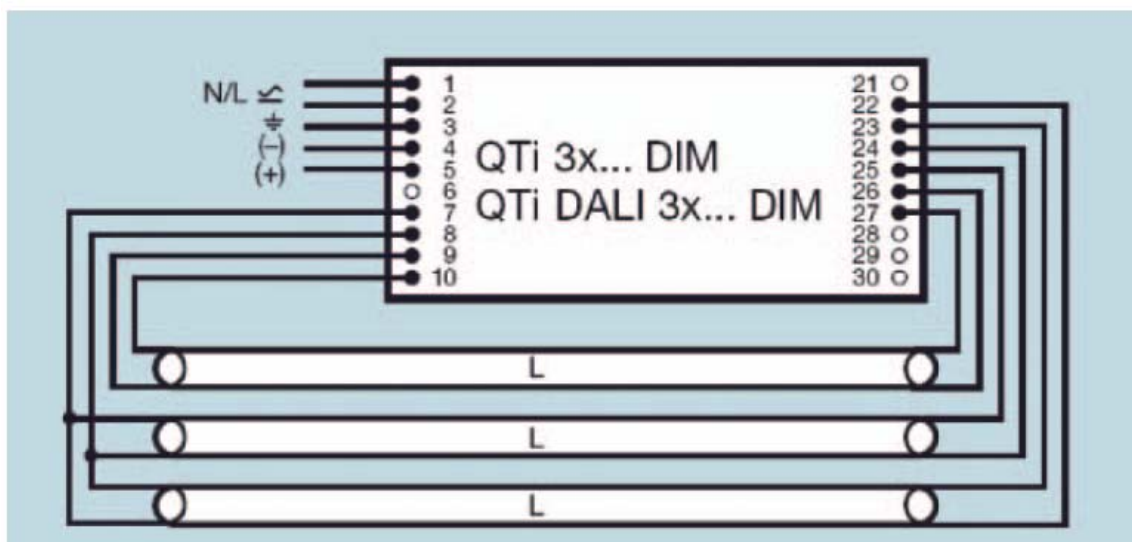
در صورتیکه ورودی بالاست بصورت آنالوگ باشد به راحتی می توان با استفاده از یک پتانسیومتر ۱ تا ۱۰ ولت شار نوری را بصورت دستی از حداقل تا ۱۰۰٪ کنترل نمود  
شکل - ۷۸ کنترل همزمان دایمر یک سری لامپ به کمک پتانسیومتر ۱ تا ۱۰ ولت را نشان می دهد.



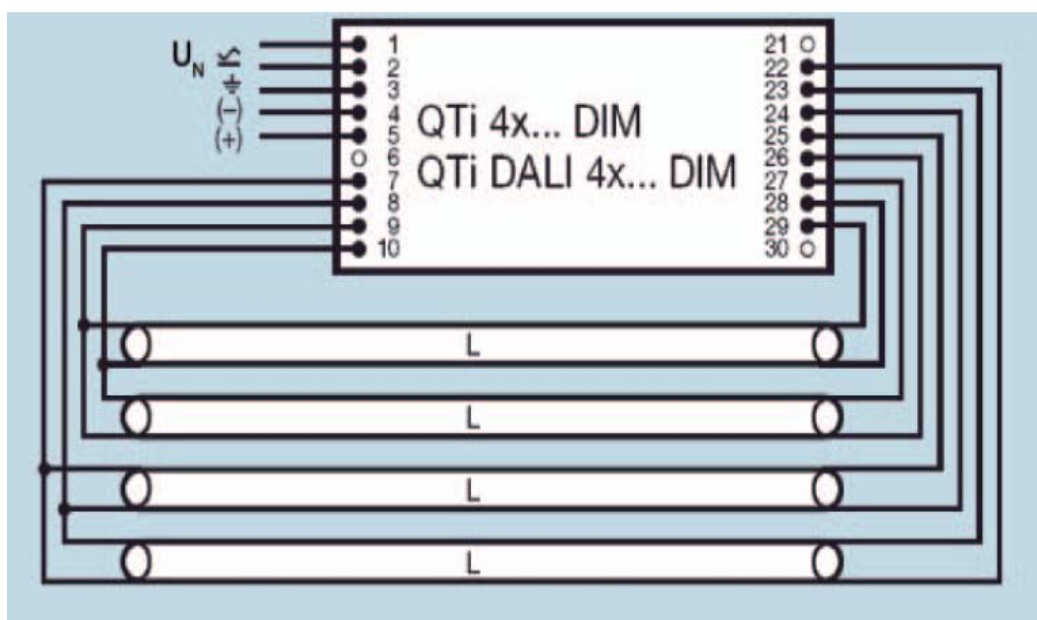
شکل - ۷۸ کنترل دایمر بالاست الکترونیکی با استفاده از پتانسیومتر

#### - روشن کردن موازی چند لامپ

با استفاده از بالاست الکترونیکی مدرن می توان تا ۴ لامپ را با یک بالاست روشن نمود. که این امر باعث کاهش هزینه، سادگی مدار و سرعت نصب می گردد.  
اشکال ۷۹ و ۸۰ روش استفاده از یک بالاست الکترونیکی آنالوگ جهت روشن کردن ۳ و ۴ لامپ را نشان می دهد.



شکل ۷۹ - روشن کردن سه لامپ با یک بالاست



شکل ۸۰ - روشن کردن چهار لامپ با یک بالاست

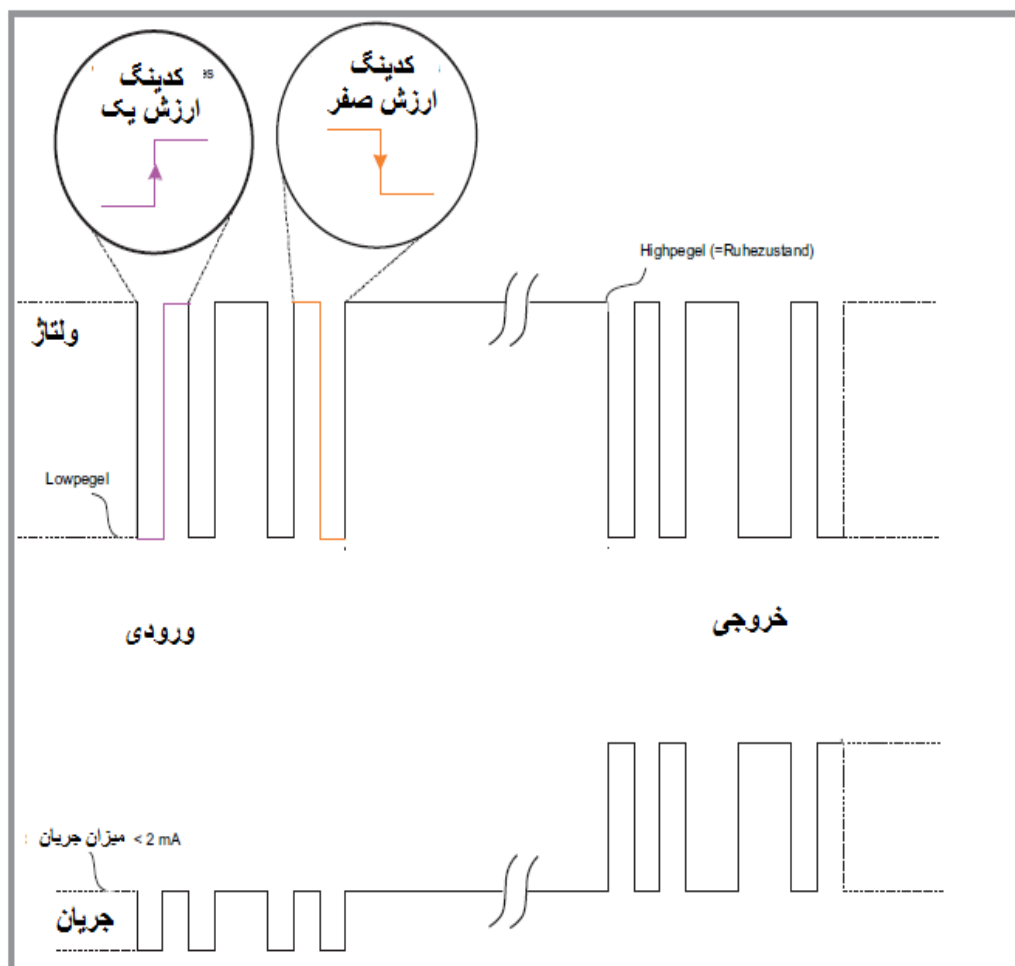
#### - فیدبک و کنترل

بالاست های الکترونیکی پیشرفته دارای پرتهای ورودی جهت کنترل لامپ می باشند. کنترل لامپ شامل دیمر، آدرس دهی ، روشن و خاموش کردن لامپ با توجه به سنسورهای نوری و شبکه کردن و فرمان از راه دور به لامپ می باشد. این قابلیت را بالاست های الکترونیکی سازگار DALI دارا می باشند. بالاست های DALI بصورت دیجیتالی کار می کنند.

DALI = Digital Addressable Lighting Interface



هر فرمان شامل ۱۶ بیت دیجیتالی ( صفر یا یک ) بوده (شکل -۸۱) که هشت بیت اول جهت آدرس دهی به لامپ مورد نظر و هشت بیت دوم جهت تنظیم میزان شار نوری خروجی لامپ (خاصیت دیمر) می باشد.



شکل - ۸۱ تعبیر صفر یا یک ورودی بالاست های سازگار DALI

بر اساس استاندارد IEC 62386 بالاست های الکترونیکی DALI قادرند میزان شار نوری را از ۰,۱ تا ۱۰۰٪ کنترل نمایند.

در جدول ۱ - تناسب بین شار خروجی و عدد دیجیتال ورودی آمده است.

جدول ۱ - درصد شار نوری بر حسب عدد دیجیتال ورودی

درصد شار نوری	0	0,1	0,5	1,0	3	5	10	20
عدد دیجیتالی دیمر	0	1	60	85	126	144	170	195
درصد شار نوری	30	40	50	60	70	80	90	100
عدد دیجیتالی دیمر	210	220	229	235	241	246	250	254

در صد شار خروجی بر حسب ورودی از فرمول زیر قابل محاسبه می باشد.

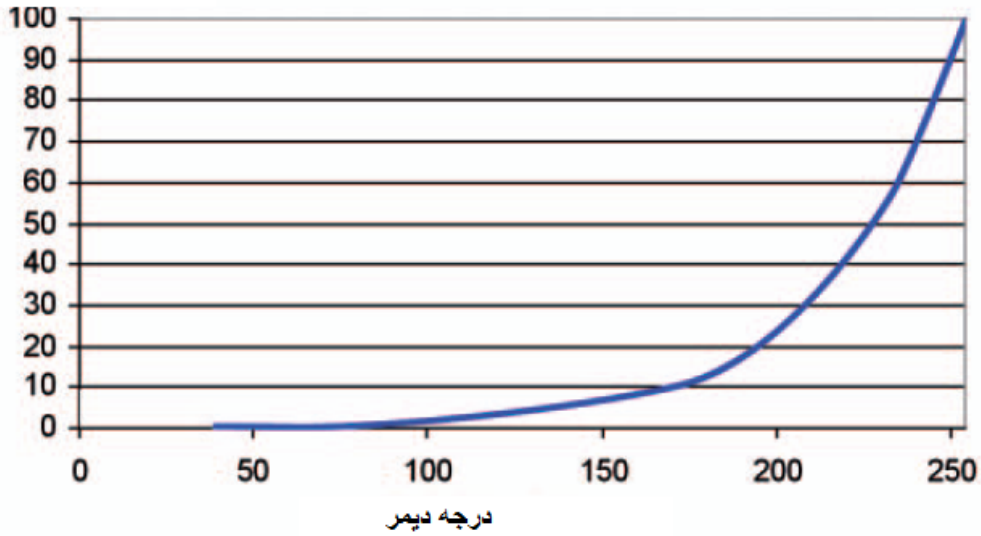
$$X(n) = 10^{\frac{n-1}{253/2}}$$

تغییرات شار خروجی لامپ بصورت خطی نبوده بلکه با افزایش عدد دیجیتال ورودی به اندازه یک واحد ۲,۸٪ شار نوری افزایش می یابد که همواره ثابت است.

$$\left| \frac{X(n) - X(n+1)}{X(n)} \right| = 2,8 \% = Const.$$

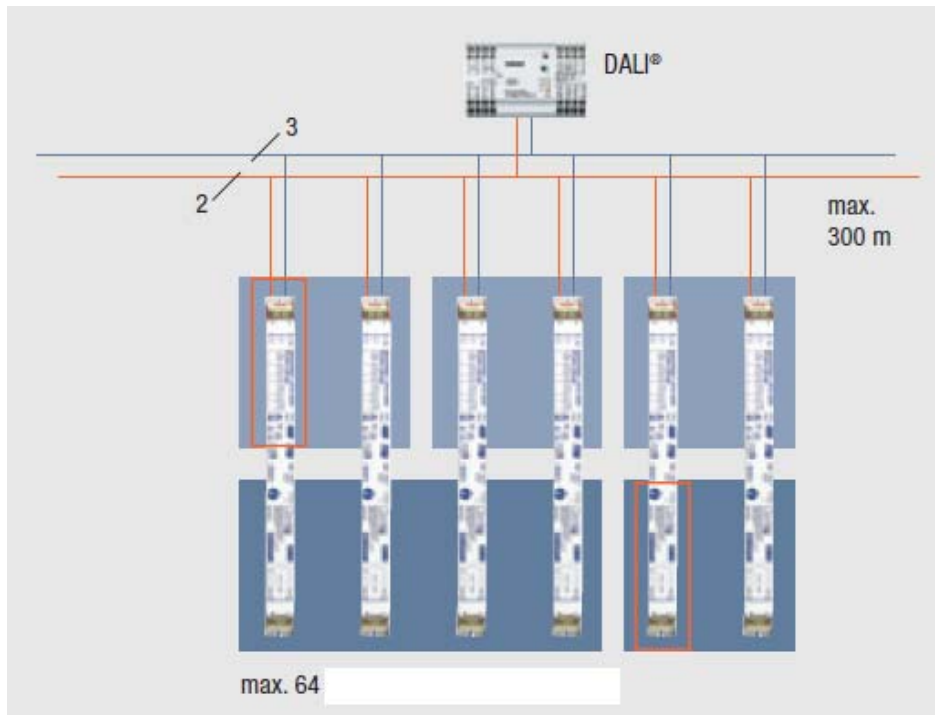
شکل ۸۲ - منحنی شار خروجی بر حسب درجه دیمر یک بالاست DALI با ورودی دیجیتال را نشان می دهد.

درصد شار نوری خروجی

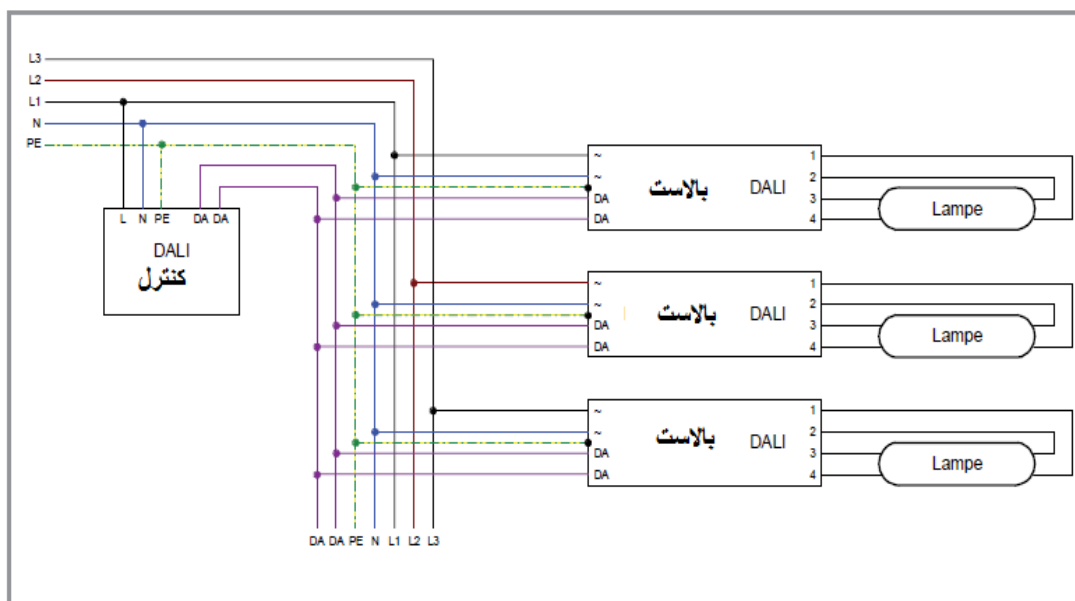


شکل ۸۲ - تغییرات شار نوری لامپ با درجه دایمر

شکل های ۸۳ و ۸۴ کنترل همزمان یک سری لامپ با یک دستگاه کنترل را نشان می دهد. با استفاده از سیستم کنترلی DALI می توان تا ۶۴ لامپ مختلف در ۱۶ گروه بصورت مجزا در صورتیکه بالاست آنها سازگار با DALI باشد، آدرس دهی نموده و کنترل کرد.

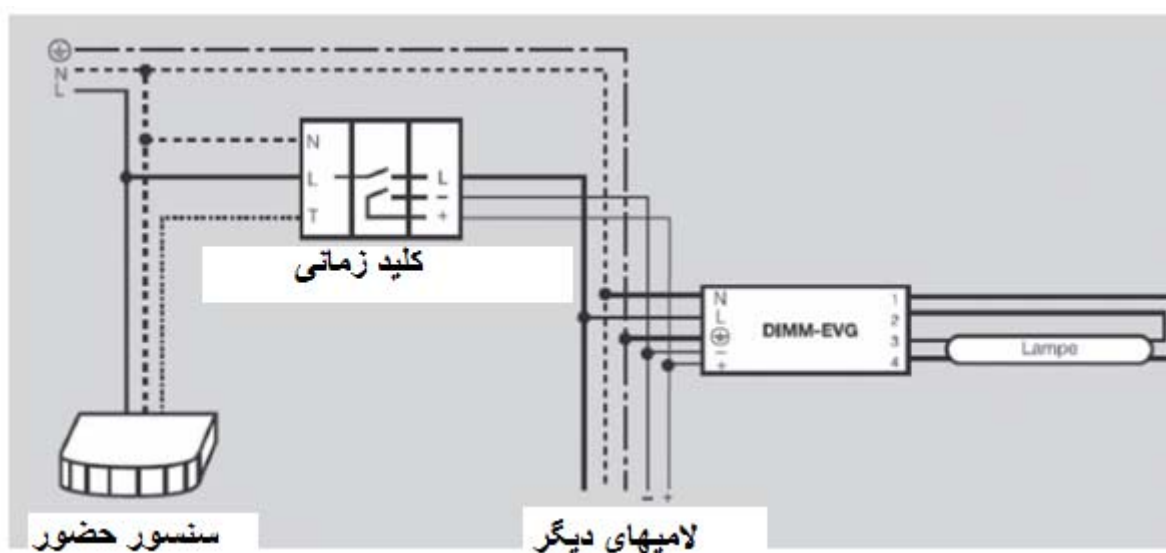


شکل ۸۳ - کنترل سیستم روشنایی با استفاده از کنترلر DALI

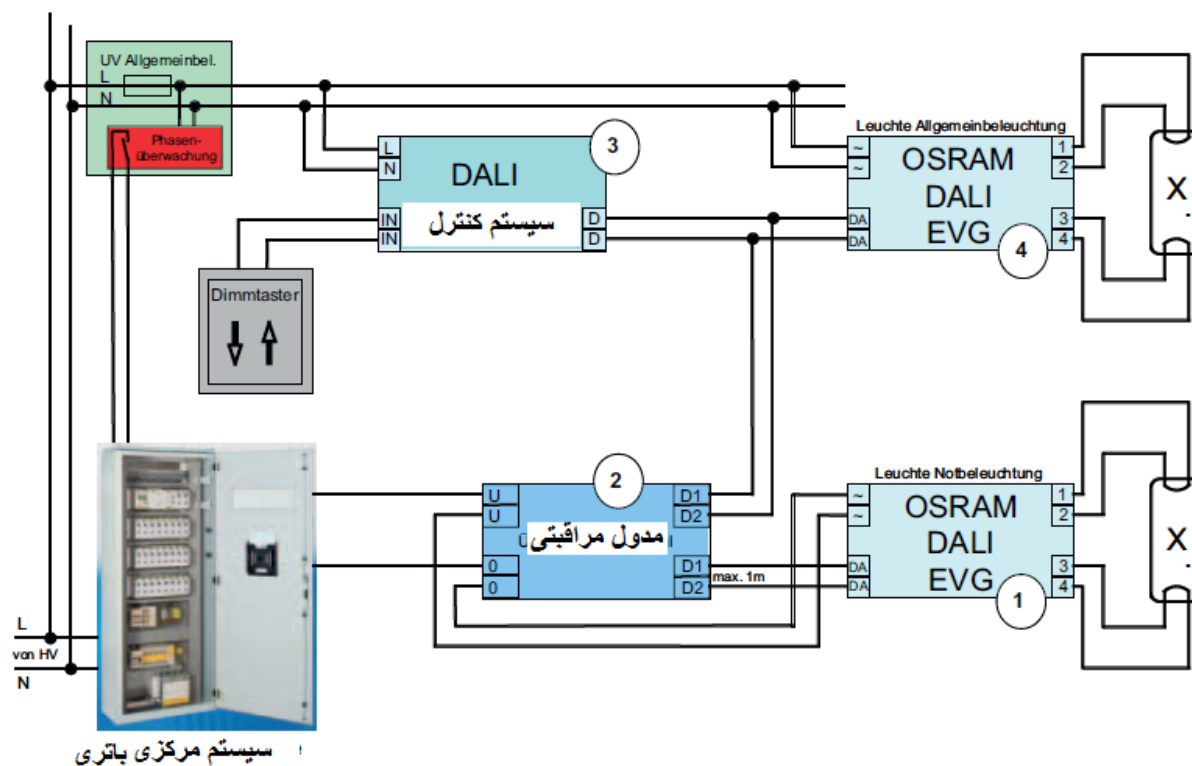


شکل - ۸۴ کنترل سیستم روشنایی با استفاده از کنترلر DALI

شکل های ۸۵ و ۸۶ مدار شماتیک و کاربرد استفاده از سیستم DALI جهت کنترل روشنایی به کمک سنسور حضور و کنترل روشنایی اضطراری را نشان می دهد.



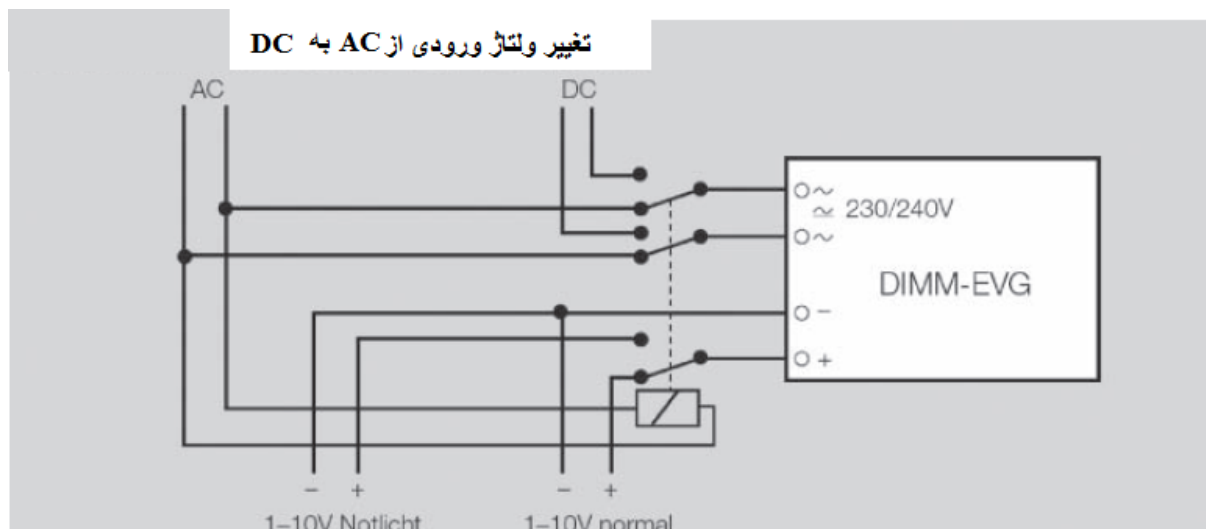
شکل - ۸۵ کنترل سیستم روشنایی با استفاده از کنترلر DALI ، کلید زمانی و سنسور حضور



شکل - ۸۶ کنترل سیستم روشنایی اضطراری با استفاده از کنترلر DALI

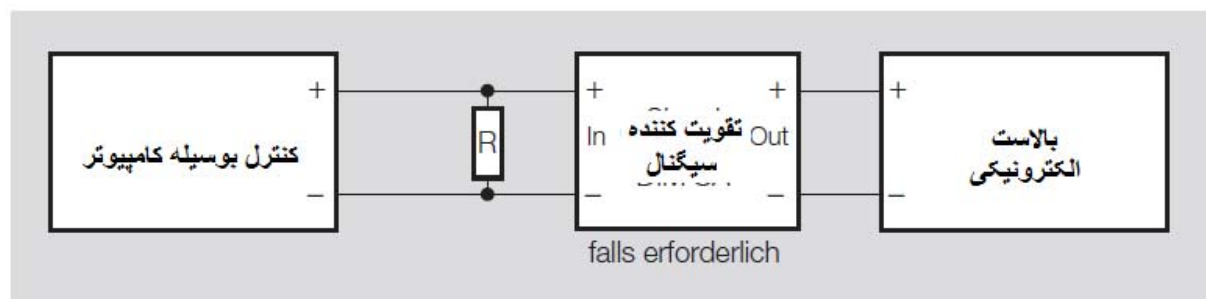
مزیت استفاده از بالاست های الکترونیکی DALI امکانات موجود در شناخت حالت های اضطراری مخصوصاً تشخیص خطای ولتاژورودی می باشد.

در صورتیکه شبکه بی برق گردد بصورت اتوماتیک به حالت تغذیه اضطراری سوئیچ می کند.



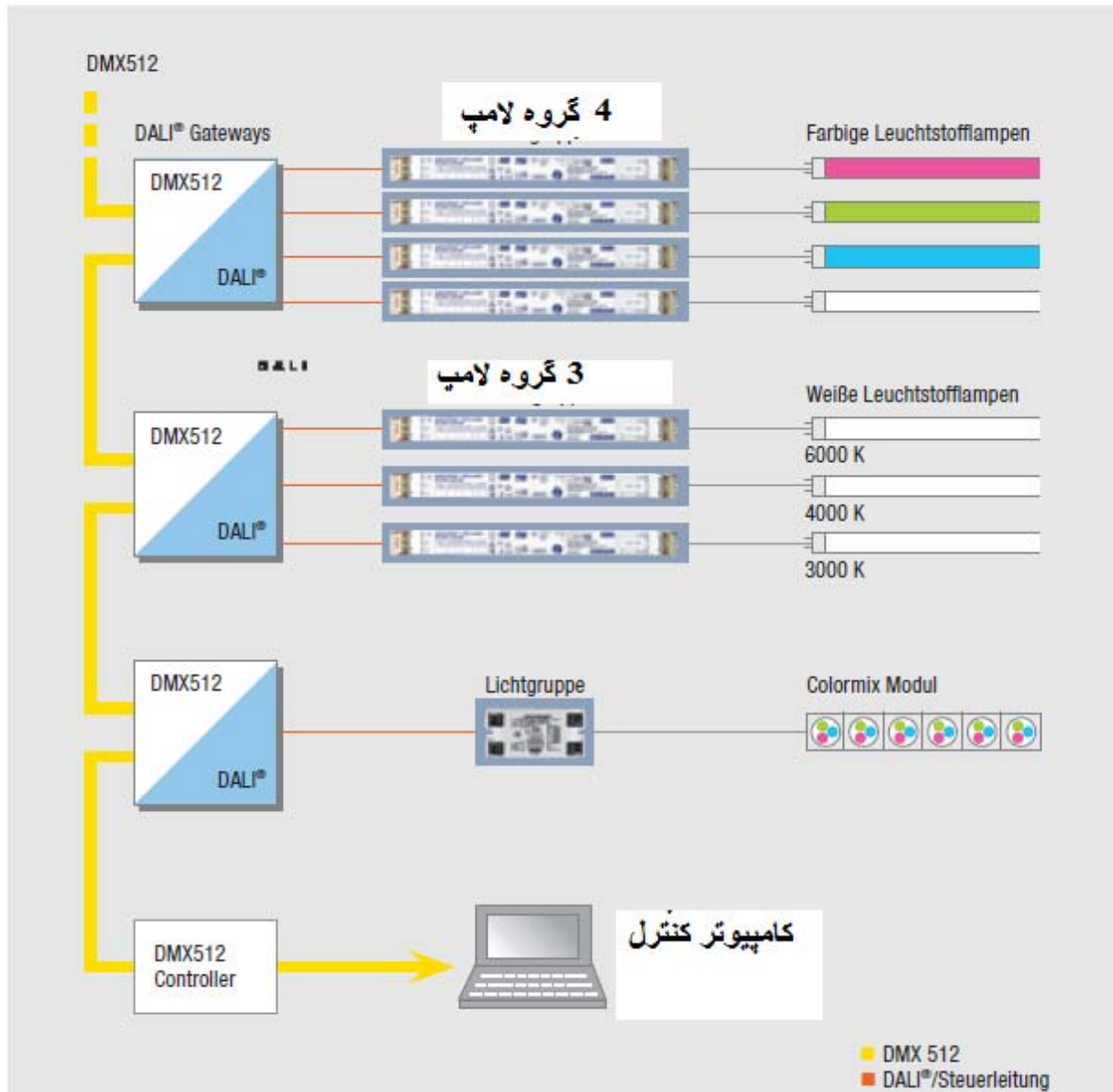
شکل - ۸۷ سوئیچ کردن کنترلر DALI از حالت AC به تغذیه اضطراری DC

بالات های الکترونیکی DALI توسط کامپیوتر نیز قابل کنترل می باشند و می توان با یک برنامه ریزی مشخص آنها را بصورت هوشمند و مکانیزه کنترل نمود. شکل - ۸۸ شمای کلی و نحوه ارتباط بالاست های الکترونیکی دیجیتال با کامپیوتر را نشان می دهد.



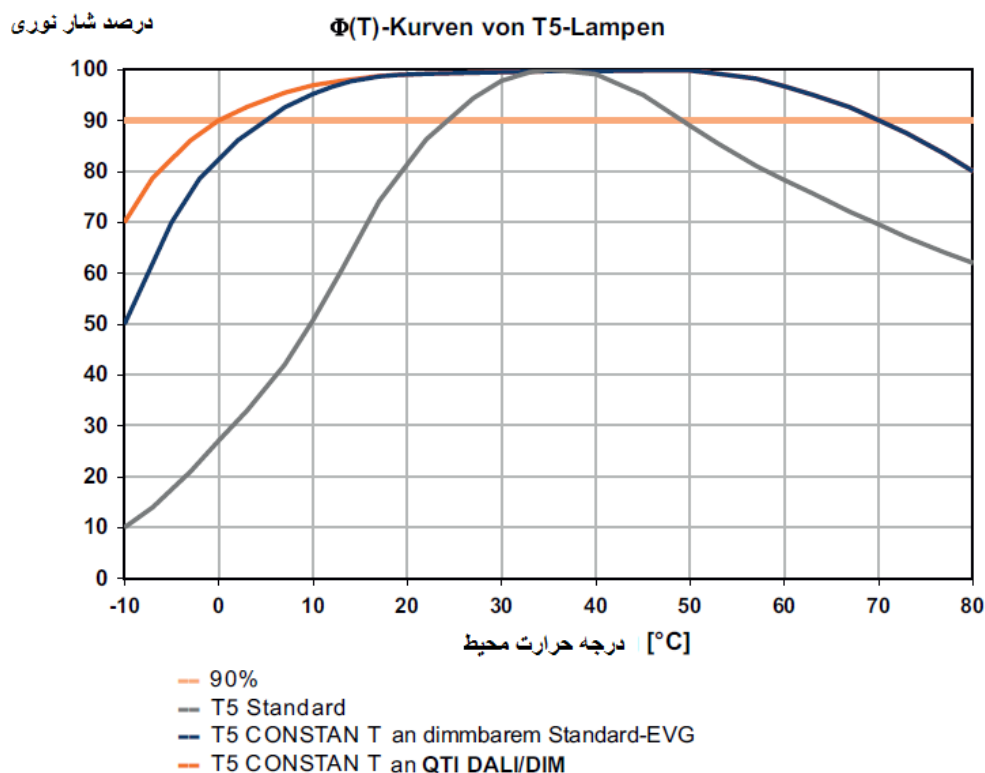
شکل - ۸۸ نحوه ارتباط بالاست های الکترونیکی دیجیتال با کامپیوتر

شکل - ۸۹ یک مدار واقعی کنترل سیستم روشنایی با استفاده از برنامه ریزی کامپیوتری را نشان می دهد.



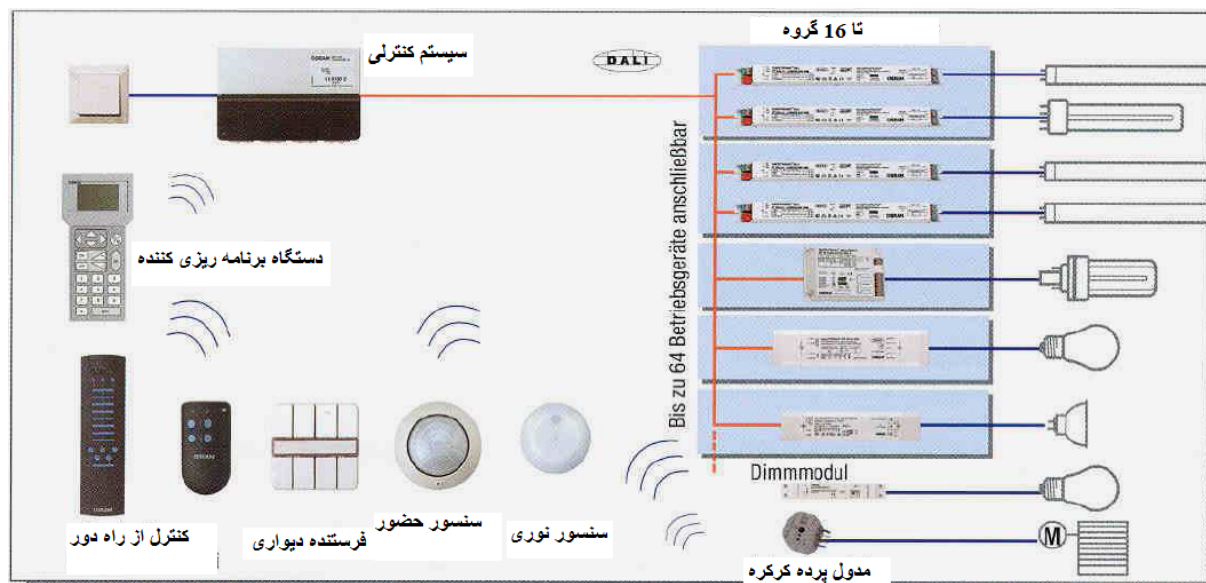
شکل - ۸۹ مدار عملی کنترل سیستم روشنایی با استفاده از کامپیوتر

- راه اندازی در دماهای پایین (تا ۲۰- درجه سانتی گراد) با استفاده از بالاست های الکترونیکی مدرن ، لامپهای فلورسنت قادر هستند در دمای های پایین محیط (تا ۲۰<sup>o</sup>-) نیز با ضریب بهره نوری مناسب روشن شوند.



شکل - ۹۰ راه اندازی لامپ فلورسنت در دماهای پایین توسط بالاست DALI

سیستم کنترلی DALI قادر است بصورت کنترل از راه دور و بدون ارتباط فیزیکی از طریق سیم های رابط با سایر فرستنده ها ( سنسور، ریموت کنترلر، دستگاه برنامه ریزی کننده و ... ) عمل کند.



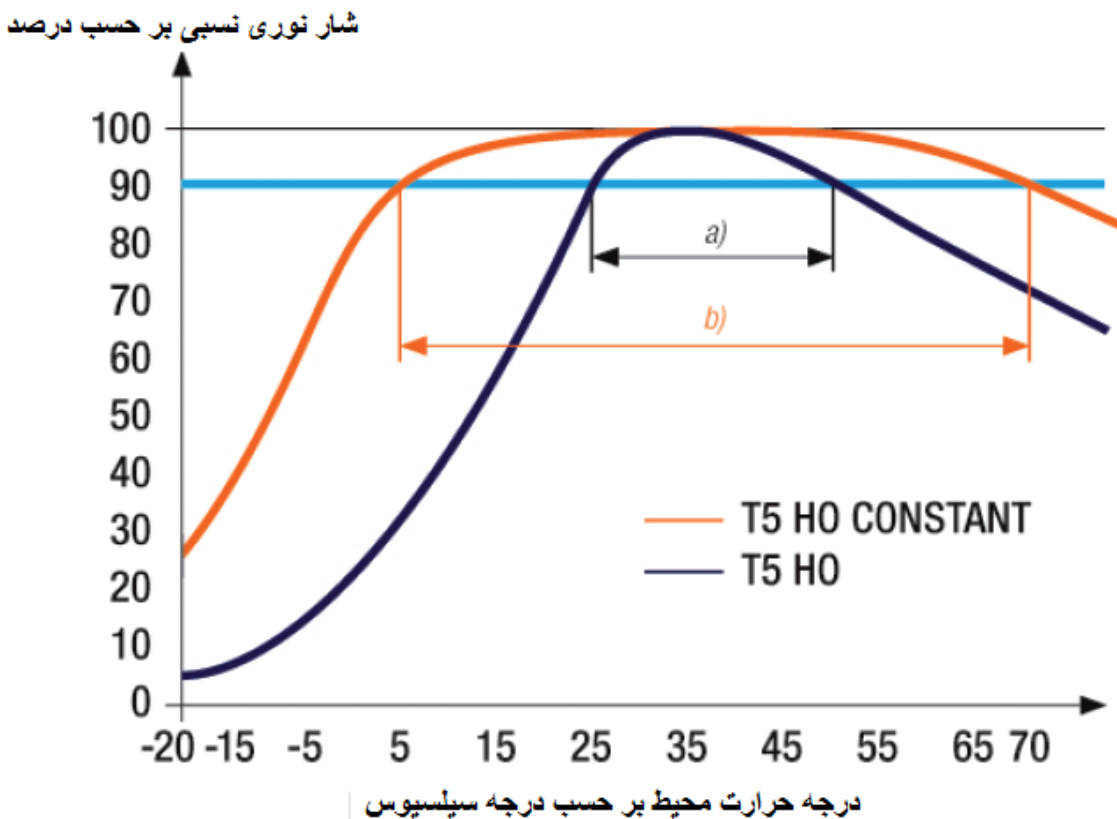
شکل - ۹۱ عملکرد بدون سیم سیستم کنترلی DALI



- مدیریت حرارت

شار نوری خروجی لامپهای فلورسنت به شدت به درجه حرارت محیط وابسته می باشند. لامپهای فلورسنت معمولی بین ۲۵ تا ۵۵ درجه سلسیوس دارای ۹۰٪ شار نامی خود هستند . لامپهای فلورسنت با آمالگام بین ۵ تا ۷۰ درجه سلسیوس دارای ۹۰٪ شار نامی خود می باشند. از اینرو می توان لامپهای با آمالگام را در خارج از خانه ( محیط خارج) استفاده نمود.

شکل - ۹۲ منحنی تغییرات شار خروجی لامپ بر حسب دما را نشان می دهد.

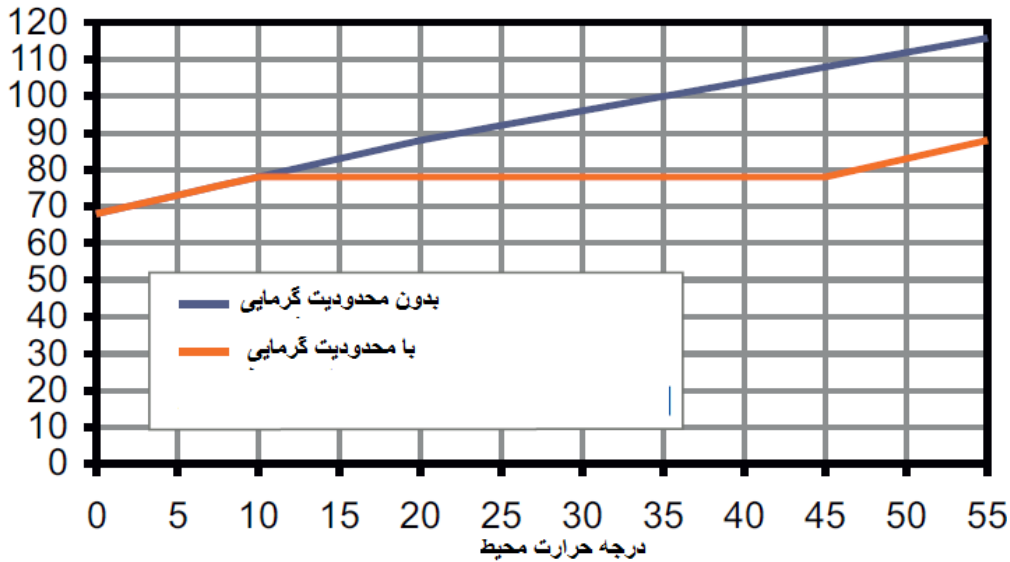


شکل - ۹۲ وابستگی شار خروجی لامپ T5 به درجه حرارت محیط

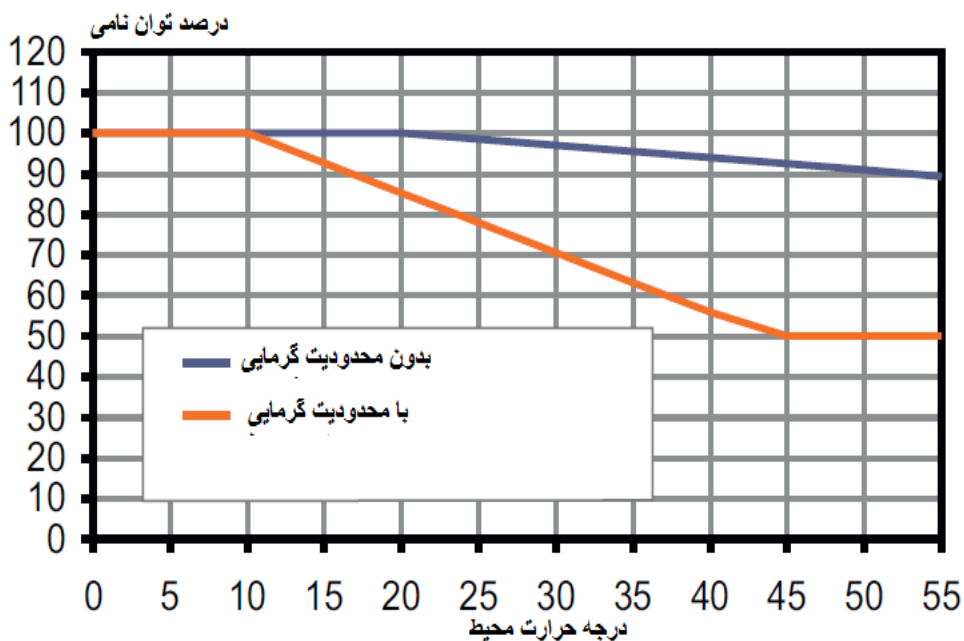
با افزایش دمای محیط در صورتیکه لامپ با توان نامی کار کند درجه حرارت بالاست نیز مانند شکل - ۹۳ (منحنی آبی رنگ) بالا می رود و باعث افزایش تلفات و کاهش عمر و همچنین کاهش شار نوری خروجی ( شکل - ۹۴ منحنی آبی رنگ) آن می شود. یکی از ویژگی های دیگر بالاست های DALI وجود سیستم مدیریت حرارت است همانگونه که در شکلهای ۹۳ و ۹۴ ( منحنی قرمز رنگ) ملاحظه می گردد بوسیله این ویژگی ، حالت دیمر بالاست بصورت اتوماتیک عمل

کرده و توان لامپ را کاهش می دهد تا درجه حرارت پایین بیاید و همچنین ضریب بهره نوری لامپ کاهش محسوس نداشته باشد..

حداکثر درجه حرارت بالاست بر حسب درجه سلیوس



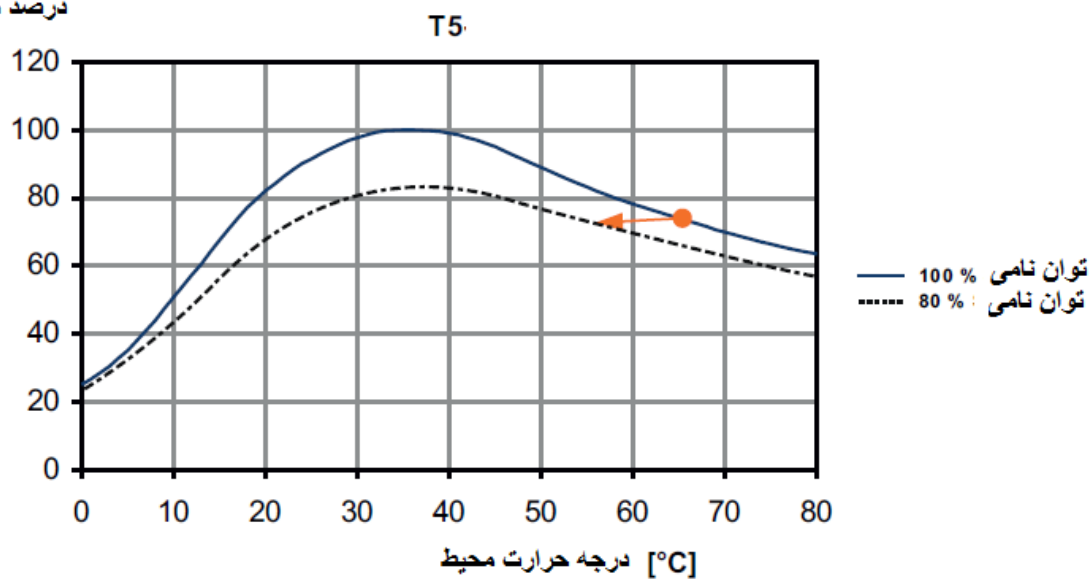
شکل - ۹۳ کنترل درجه حرارت بالاست



شکل - ۹۴ کنترل توان ورودی لامپ

باید توجه داشت که وابستگی شار نوری لامپ به درجه حرارت محیط تقریباً مستقل از دیمر و توان ورودی لامپ است. شکل - ۹۵ منحنی تغییرات شار خروجی لامپ را برای توان نامی و ۸۰٪ توان نامی یک لامپ فلورسنت T5 کارخانه اسرام را نشان می دهد.

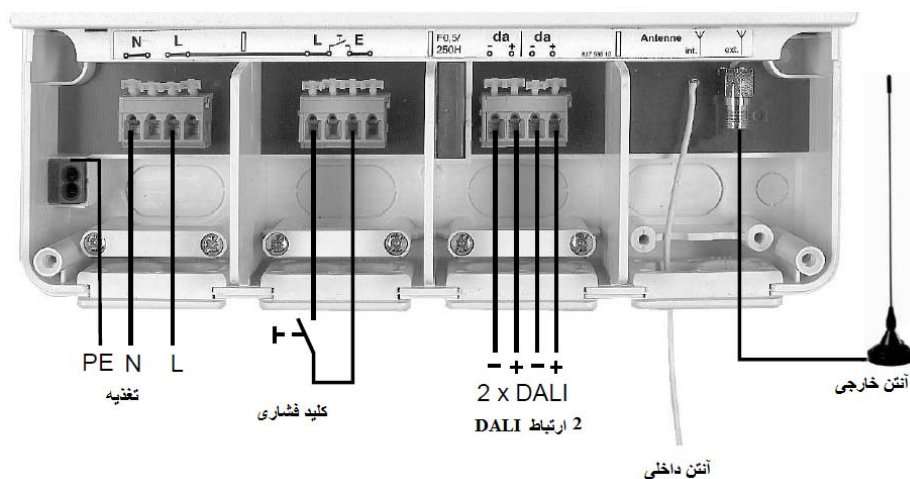
درصد شار توری



شکل - ۹۵ - منحنی تغییرات شار خروجی لامپ را برای توان نامی و ۸۰٪ توان نامی

### ۳-۷) مشخصات فنی سیستم کنترل DALI

شکل - ۹۶ - شمای یکدستگاه سیستم کنترلی DALI شرکت اسرام را نشان می دهد .



شکل - ۹۶ - شماتیک دستگاه سیستم کنترلی DALI شرکت اسرام

مشخصات فنی دستگاه در جدول ۲- آمده است.

جدول ۲ - مشخصات فنی یک دستگاه سیستم کنترلی DALI شرکت اسرام

ردیف	نام مشخصه	مقدار
۱	ولتاژ تغذیه	۱۱۰ - ۲۳۰ DC/AC
۲	فرکانس نامی	۶۰ - ۵۰ Hz
۳	ولتاژ سیستم DALI	۱۶ DC ولت
۴	جریان خروجی	۲۵۰ mA
۵	ایمنی	F0.5/250H
۶	ضریب حفاظت	IP20
۷	تعداد خروجی کنترلی	۶۴
۸	آدرس دهی	بصورت تکی، گروهی یا کلی
۹	پروتکل	IEC 60929
۱۰	سرعت انتقال داده	1200 Bit/S
۱۱	ابعاد (H × B × L)	52 × 200 × 130
۱۲	طول سیم های هادی DALI	max. 300 m A= 1,5 mm <sup>2</sup> max. 238 m A= 1 mm <sup>2</sup> max. 174 m A= 0,75 mm <sup>2</sup> max. 116 m A= 0,5 mm <sup>2</sup>
۱۳	خروجی	ولتاژ ثابت
۱۴	برنامه ریزی	از طریق دستگاه برنامه ریزی دستی
۱۵	شرایط کار	از طریق دستگاه برنامه ریزی دستی امواج رایوئی کلیدهای فشاری
۱۶	فرکانس ارسال اطلاعات	433,42 MHz, ASK
۱۷	برد ارسال اطلاعات	25 m (100 m in Free)

#### ۴-۷) نتیجه گیری

با استفاده از سیستم کنترلی DALI می توان اقدامات زیر را به شرط آنکه بالاست لامپ ها قابل ارتباط با DALI باشند، انجام داد.

- ۱- کنترل دیجیتالی سیستم روشنایی بصورت هوشمند
- ۲- آدرس دهی به ۶۴ منبع نوری مجزا
- ۳- برنامه ریزی ۱۵ حالت روشنایی
- ۴- برنامه ریزی ۱۶ گروه منابع نوری
- ۵- قابلیت کنترل نور با توجه به نور خورشید
- ۶- قابلیت کنترل نور با توجه به سنسور حضور
- ۷- قابل کنترل از ۲ ، ۴ و یا ۸ کلید دیواری
- ۸- ارتباط بدون سیم بین کلیدهای دیواری و سنسورها
- ۹- برنامه ریزی راحت با استفاده از دستگاه برنامه ریزی دستی
- ۱۰- تعیین سرعت عملکرد دیمر
- ۱۱- ذخیره شدن تمام اطلاعات در صورت اختلال در سیستم شبکه

## فصل - ۸

### کنترل لامپهای فلورسنت با بالاست الکترونیکی بمنظور اصلاح الگوی مصرف

#### ۱ - ۸) مقدمه

راندمان نوری چراغ های فلورسنت با کاهش تلفات لامپ، چراغ و بالاست افزایش می یابد. در حال حاضر افزایش کیفیت به حالت اشباع رسیده و سرعت رشد آن بسیار کند شده است. بمنظور کاهش مصرف انرژی الکتریکی علاوه بر افزایش راندمان سیستم نوری موضوع اصلاح الگوی مصرف مطرح می باشد، که در ادامه بطور مفصل شرح داده خواهد شد.

#### ۲ - ۸) اصلاح الگوی مصرف

اصلاح الگوی مصرف شامل دو قسمت زیر می باشد:

- حداقل میزان روشنایی مورد نیاز

- کنترل سیستم روشنایی

#### ۱ - ۲ - ۸) حداقل میزان روشنایی مورد نیاز

برای خوب دیدن علاوه بر مقدار شدت روشنایی، کیفیت نور نیز مهم می باشد. در کنار افزایش کمیت های ضریب بهره نوری، طول عمر و ...، افزایش کیفیت نور نیز مورد توجه محققان و سازندگان می باشد. اهمیت و نقش پارامترهای کیفی نور مخصوصاً در مشاغلی که با تشخیص رنگ همراه است، دوچندان می باشد. برای واضح و دقیق دیدن یک جسم رنگی لازم است طیف نور منبع روشنایی مناسب باشد. بطور مثال برای دیدن یک جسم رنگی (با رنگهای قرمز و آبی) توسط منبع نوری با طیف نوری در حد متوسط (ضریب برگرداندن رنگ بیش از ۶۰) تنها با افزایش شدت روشنایی بیش از حد نرمال و استاندارد (چند برابر) امکان پذیر می باشد.

حداکثر ضریب برگرداندن رنگ لامپهای فلورسنت تا سال ۱۹۸۰ کمتر از ۸۰ بوده و استانداردهای مربوطه نیز بر اساس آن مدون گردیده، در صورتیکه امروزه تا ۹۶ رسیده است.

در استانداردهای جدید (DIN EN12464, 2007) علاوه بر مشخص کردن میزان شدت روشنایی در داخل ساختمانها برای کلیه مشاغل دو پارامتر کیفی ضریب برگرداندن رنگ و همچنین خیرگی نیز مطرح شده است. برای مثال در استاندارد DIN قدیمی سال ۱۹۸۱ میزان روشنایی برای دندانپزشکی و دیدن داخل دندان ۱۶۰۰۰ تا ۲۲۰۰۰ لوکس توصیه شده در صورتیکه در استاندارد DIN سال ۲۰۰۷ به شدت روشنایی ۵۰۰۰ لوکس و حداقل ضریب برگرداندن رنگ ۹۰ اشاره کرده است.

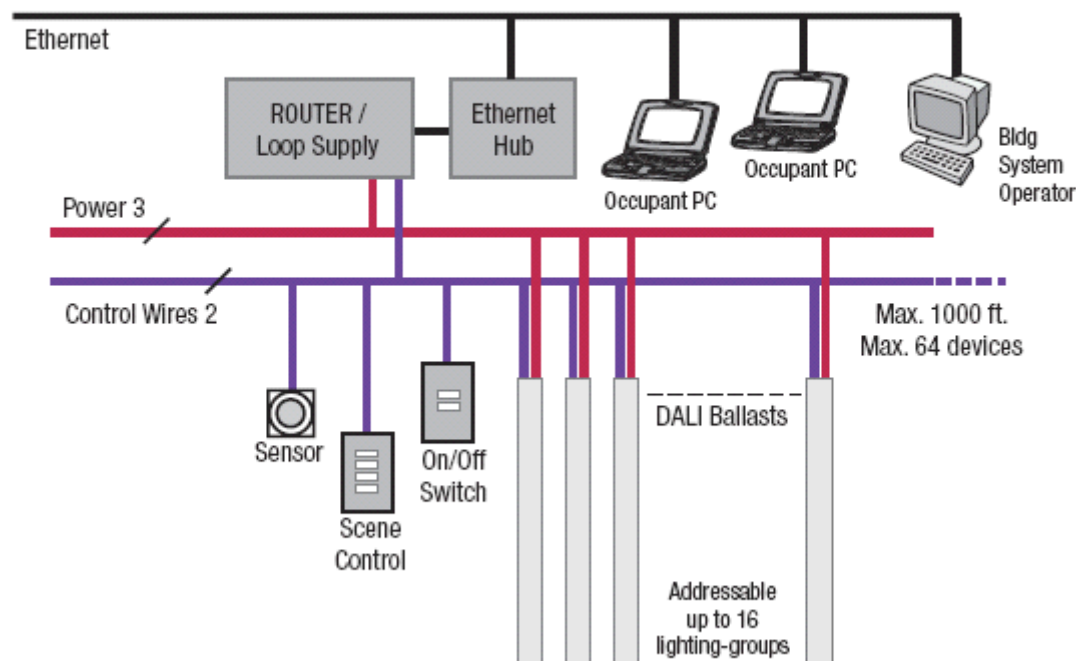
بنابراین می توان با افزایش کیفیت نور، در راستای اصلاح الگوی مصرف، میزان روشنایی مورد نیاز را کاهش داد.

#### ۱ - ۲ - ۸) کنترل سیستم روشنایی

یکی از مؤثرترین راههای کاهش مصرف انرژی الکتریکی جهت روشنایی، کنترل هوشمند و مکانیزه سیستم روشنایی می باشد.

شکل - ۹۷ شماتیک کنترل سیستم روشنایی با استفاده از شبکه محلی (LAN) را نشان می دهد.

## Network - Localized + LAN control



شکل ۹۷ - کنترل سیستم روشنایی از طریق شبکه محلی

با توجه به کنترل پذیری بالاست های الکترونیکی جدید می توان به راحتی فرامین قطع و وصل و همچنین کاهش توان ورودی ( دایمر) صادر نمود. کنترل سیستم روشنایی می تواند بصورت زیر انجام شود:

۱- تنظیم دایمر با توجه به میزان نور طبیعی وارد شده به ساختمان. در این حالت یک سنسور، شدت روشنایی بر روی محیط کار را اندازه گیری کرده (مستقیم یا غیر مستقیم) و متناسب با آن یک ولتاژ آنالوگ تولید می کند. سیستم کنترلی با توجه به این ورودی ، فرمان تنظیم (افزایش و یا کاهش) توان (شار نوری لامپ) به بالاست را صادر می کند.

طراحی دیگر به این صورت است که یک یا چند ( معمولاً سه عدد) سنسور پشت پنجره قرار داده می شود و موقعیت و میزان تابش نور خورشید ( مستقیم و غیر مستقیم) را برای سیستم کنترلی ( که قبلاً آموزش داده شده است) ارسال و سپس این سیستم کنترلی با توجه به خروجی این سنسورها فرامین لازم به بالاست را صادر می کند. در این حالت حتی اگر پرده های جلو پنجره نیز کشیده شده باشند فرامین بصورت مستقل عمل می کنند. بطور مثال در یک روز آفتابی فرض بر این است که از نور



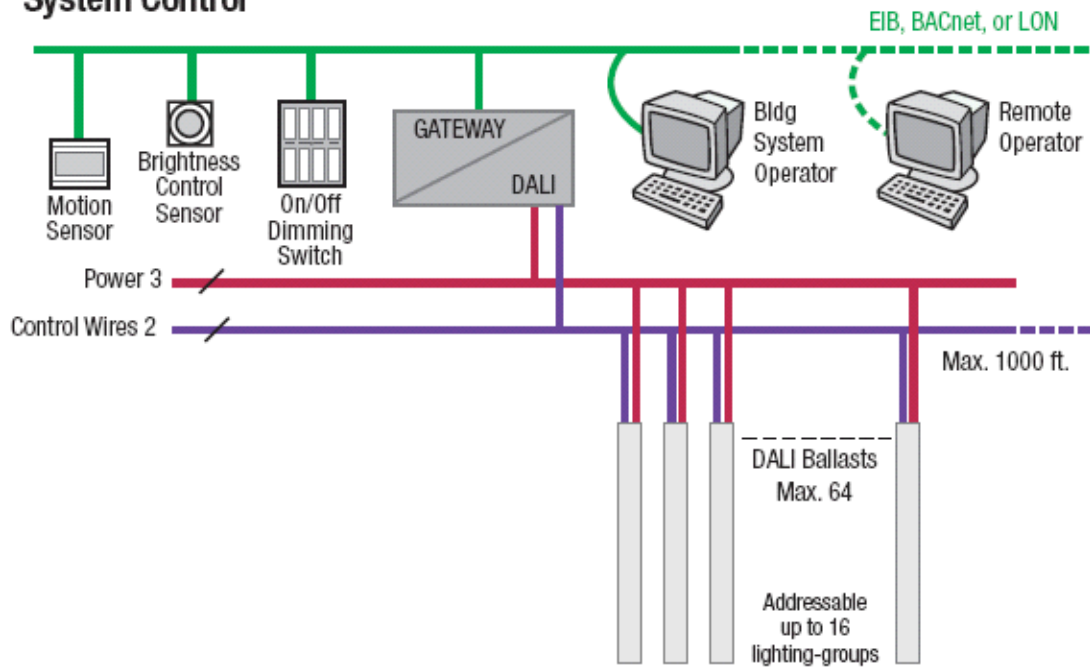
طبیعی جهت روشنایی استفاده شود و منابع نور مصنوعی بصورت اتوماتیک و مکانیزه خاموش و یا در توانی کمتر از توان نامی عمل می نمایند.



شکل - ۹۸ استفاده از نور طبیعی در داخل ساختمان

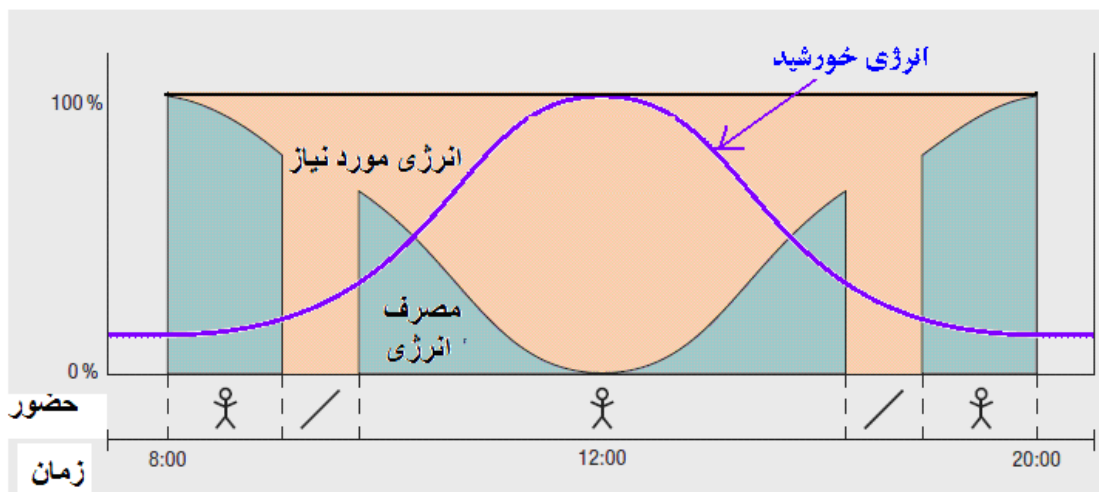
۲ - فرمان قطع و وصل با توجه به حضور انسان. سنسور حضور قادر است حضور و یا عدم حضور کاربر را تشخیص دهند. خروجی آنالوگ این سنسور به بالاست می تواند باعث ایجاد فرمان های قطع و وصل به لامپ گردد و از مصرف غیر ضروری انرژی الکتریکی جلوگیری بعمل آید.

### Network - Localized + Building Management System Control



شکل ۹۹- شماتیک مدیریت کنترل سیستم روشنایی با سنسورهای نوری و حضور

در شکل ۱۰۰ - منحنی کاهش مصرف انرژی الکتریکی برای یک محیط کار با توجه به نور طبیعی و همچنین سنسور حضور در یک روز تابستانی آورده شده است.



شکل ۱۰۰ - کاهش مصرف انرژی الکتریکی با توجه به نور خورشید و حضور کاربر

همانطور که در شکل - ملاحظه می شود با کنترل ( هوشمند و یا غیر هوشمند) سیستم روشنایی می توان بطرز چشم گیری ( بیش از ۵۰٪) از مصرف بی رویه انرژی الکتریکی جلوگیری کرد.

### ۳- ۸) نتیجه گیری

کیفیت نور لامپهای فلورسنت ( کم مصرف) تجاری موجود در بازار متنوع بوده و دامنه تغییرات ضریب برگرداندن رنگ آنها کمتر از ۷۰، و حداکثر به ۹۰ نمی رسد. از اینرو برای بعضی از مشاغل و داخل منازل در صورت پایین بودن کیفیت نور ( ضریب برگرداندن رنگ)، میزان شدت روشنایی توصیه شده در استاندارد جوابگو نبوده و احساس کم نوری می شود و کاربر نسبت به افزایش تعداد چراغها (لامپها) و یا استفاده از لامپهای با توان بالاتر اقدام می کند. بنابراین لازم است جهت اصلاح الگوی مصرف و درست مصرف کردن، به استانداردهای معتبر جدید جهانی رجوع و به پارامترهای کیفی نور نیز توجه شود. نشریه شماره ۱۱۰ سازمان برنامه و بودجه بر اساس استانداردهای قدیمی تدوین شده که متناسب با منابع نوری و نیازهای فعلی نمی باشد.

روش اساسی کاهش مصرف انرژی الکتریکی بمنظور روشنایی، استفاده از سیستم های مکانیزه و اتوماتیک می باشد. تجربه نشان می دهد که هرچقدر نقش انسان در سیستم روشنایی کمتر باشد، میزان هدر رفتن انرژی کمتر است. اولین اقدام جهت کنترل سیستم های روشنایی استفاده از بالاست های الکترونیکی قابل کنترل می باشد.

جهت سیستم روشنایی مکانیزه نیاز به سرمایه گذاری اولیه می باشد که بسته به میزان سرمایه گذاری، قیمت انرژی، میزان مصرف و ... دوره بازگشت سرمایه متفاوت است.

کاهش مصرف انرژی الکتریکی علاوه بر مزایای اقتصادی، از نظر سلامتی و محیط زیست که دو خط مشی اساسی اتحادیه اروپا می باشد بسیار مفید می باشد.

## فصل - ۹

### معرفی و بررسی عملکرد سنسورهای مصرف بهینه انرژی الکتریکی

۱ - ۹) مقدمه

با توجه به هزینه های تولید و انتقال ، محدودیت های منابع فسیلی از نظر قیمت و مقدار آنها در آینده ، همچنین تولید آلاینده های محیط زیست به همراه تولید انرژی الکتریکی از منابع فسیلی که عمده ترین و مهمترین روش تولید این انرژی می باشد ، مباحث کاهش مصرف و بهره وری انرژی الکتریکی در مجامع بین المللی را دارای اهمیت ویژه ای نموده است. افزایش درخواست انرژی الکتریکی به معنای افزایش تولید ، آلودگی بیشتر و تخریب بیشتر محیط زیست می باشد.

مصرف انرژی الکتریکی بمنظور تأمین روشنایی سهم عمده ای در میزان کل انرژی الکتریکی تولیدی دارد، در این راستا اقدامات صرفه جویی و بهینه سازی مصرف انرژی الکتریکی بر روی سه محور زیر می باشد:

۱ - استفاده از منابع نوری (چراغ) با ضریب بازدهی بالا

۲ - استفاده از کلیدهای هوشمند ( سنسورهای نوری)

۳ - استفاده از بالاستهای الکترونیکی کم مصرف قابل کنترل

در این فصل انواع کلیدهای هوشمند (سنسورهای نوری) به همراه اساس کار آنها معرفی خواهد شد.

۲ - ۹) تجهیزات کنترل نور

۱ - تایمرها (Timer)

با استفاده از تایمرها زمان روشن و خاموش شدن لامپها بصورت برنامه ریزی شده است و اشتباهات نیروی انسانی ناشی از فراموشی خاموش نمودن چراغها برطرف می شود. تایمرها بخصوص در مدارس و ادارات که ساعات کار مشخص دارند و همچنین هنگام تعطیلات بسیار مفید می باشند.

تامیرهای پیشرفته علاوه بر برنامه ریزی شبانه روزی قادر به برنامه ریزی سالیانه با توجه به تعطیلات و تغییرات فصول هستند .

خروجی بعضی از تایمرها می تواند بعنوان ورودی تجهیزات کنترلی پیشرفته مورد استفاده قرار گیرد.



شکل - ۱۰۱ شمای نمونه تایمر

## ۲- دیمرها (Dimmer)

نور خروجی بسیاری از لامپها مانند لامپهای رشته ای، فلورسنت ، کم مصرف و دیودهای نوری به راحتی در رنج ۰ تا ۱۰۰٪ با بازدهی قابل قبول ، می توانند تغییر کنند.

با استفاده از دیمر که توان ورودی ( جریان ) را کنترل می کند می توان میزان نور مورد نیاز را کنترل نمود. برای خیلی از فعالیتها و حرفه ها می توان با کاهش میزان نور خروجی لامپها در زمانهای معین نسبت به مصرف انرژی الکتریکی غیر ضروری صرفه جویی نمود.



شکل - ۱۰۲ شمای نمونه دیمر

### ۳ - فتوسل (Photocells)

با استفاده از سنسورهای فتوسل می توان روشن و خاموش نمودن چراغها را بصورت اتوماتیک و بسته به نور خورشید انجام داد این سنسورها برای روشنایی محیط خارج از جمله چراغهای روشنایی خیابانها ، معابر عمومی ، پارکها، زیبایی ساختمانها و علائم خاص و ... کاربرد دارد.

امروزه از فتوسل به کمک کلیدهای کنترلی حتی برای کنترل روشنایی داخلی نیز استفاده می شود . بطور مثال در روز با وجود نور خورشید ، بعضی از لامپها در محیط های نورگیر روشن نمی شوند و در صورت تاریکی هوا این لامپها فرمان روشن شدن را دریافت می کنند.



شکل - ۱۰۳ شمای نمونه فتوسل

#### ۴ - سنسورهای حرکتی (Motion Sensors)

سنسورهای حرکتی فرمان قطع و وصل کلید را با توجه به حرکت محرک در محدوده دید سنسور صادر می نمایند. برای این سنسورها تنها حرکت مهم است یعنی محرک می تواند شئی و یا انسان باشد. بنابراین این سنسورها برای خیابان ها ، راه پله ها، پله های برقی و ... مفید می باشد.

در راهروهای طولانی ، راه پله ها و پارکینگ های چند طبقه با استفاده از این سنسور ، روشنایی بصورت محدود انجام می شود و نیازی نیست که با هم کلیه چراغها روشن گردند و باعث مصرف بی رویه انرژی الکتریکی شوند.



شکل - ۱۰۴ شمای نمونه سنسور حرکت

#### ۵ - سنسور حضور (Occupancy Sensors)

این سنسور که به کلید هوشمند نیز معروف است تنها به حرکت عکس العمل نشان نمی دهد بلکه حرکت توأم با درجه حرارت. یعنی اساس عملکرد آن حضور و حرکت فیزیکی انسان می باشد.

حرارت بدن انسان باعث تشعشع امواج مادون قرمز می گردد که با حرکت انسان ، این امواج الکترومغناطیسی تغییر کرده و سنسور حضور حساسیت نشان می دهد.

با توجه به اهمیت این سنسور بعضی از پارامترهای مهم آن در زیر معرفی می گردد:

- زاویه دید

زاویه دید به آن محدوده ای اطلاق می شود که سنسور به تغییرات امواج مادون قرمز حساسیت نشان می دهد. سنسورهای موجود دارای زاویه دید بین ۱۴۰ تا ۳۶۰ درجه می باشند.

- فاصله عملکرد



حداکثر فاصله بین انسان و سنسور جهت عملکرد سنسور را نامند. این فاصله بصورت نرمال حدود ۱۲ متر است.

- نور محیط
- حداقل میزان روشنایی محیط برای عملکرد سنسور. که بطور نمونه کمتر از ۳ لوکس می باشد.
- سرعت تشخیص
- برای حساسیت عملکرد سنسور نیاز به یک سرعت مشخص محرک ( انسان ) می باشد. بطور نمونه بین ۰,۶ تا ۱,۵ متر بر ثانیه
- تأخیر زمانی
- گرچه این سنسور به حرکت حساس می باشد اما بعد از هر حرکت این سنسور فرمان ارسال نمی نماید بلکه پس از هر حرکت یک زمان تأخیر وجود دارد تا مجدداً فرمان بعدی صادر شود. زمان تأخیر بطور نرمال از چند ثانیه تا چند دقیقه قابل تعریف است.
- درجه حرارت محیط
- سنسور در یک بازه حرارتی ( درجه حرارت محیط ) دارای عملکرد مناسب می باشد.
- رطوبت محیط
- عملکرد سنسور وابسته به رطوبت محیط می باشد لذا یک حد ماکزیمم رطوبت محیط برای سنسور تعریف می شود.
- بار نامی
- حداکثر توان خروجی سنسور ( جریان ) برای کنترل لامپ می باشد.



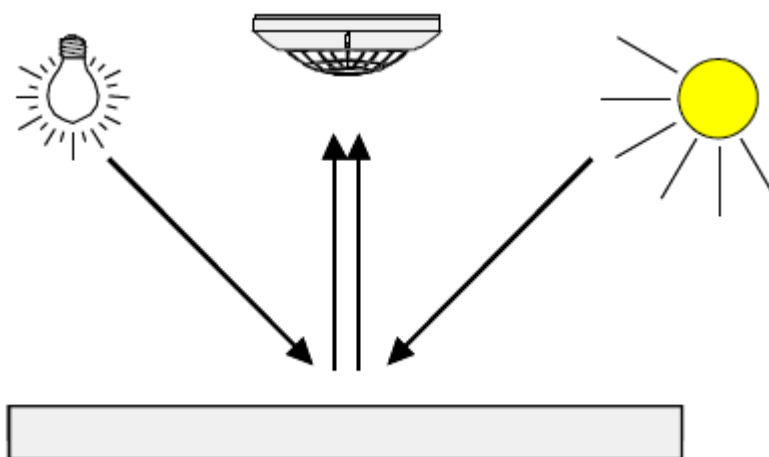
شکل - ۱۰۵ شمای نمونه سنسور حضور

این سنسورها در واقع نوعی تایمر هوشمند بوده که زمان روشن بودن آنها بصورت ثابت تعریف نشده بلکه تابع حضور شخص می باشد. از مزایای این سنسور می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- صرفه جویی انرژی الکتریکی
- با کمک این سنسور روشنایی تا مدامی که شخص حضور دارد تأمین می شود و بعد از خروج سیستم روشنایی خاموش می گردد . از اینرو می تواند کمک شایانی در کاهش مصرف انرژی الکتریکی داشته باشد.
- روشنایی بموقع و سهولت دسترسی
- به کمک این سنسور نیازی به کلید روشن و خاموش کردن لامپ نمی باشد و لازم نیست شخص مسیری را در تاریکی برای رسیدن به کلید با وجود خطر احتمالی طی کند. این ویژگی بخصوص در راه پله ها ، راهروها و پارکینگ ها کارایی مناسبی دارد.
- جلوگیری از انتقال آلودگی
- کلیدها در اماکن عمومی یکی از راههای انتقال بیماری بطور مثال در مدارس ، رستوران ها ، بیمارستانها و ... می باشند . با استفاده از این سنسور نیاز به تماس و لمس کلید نمی باشد.
- صرفه جویی بخاطر مراقبت و وسواس افراد
- در بعضی از اماکن بطور مثال سرویس های بهداشتی رستوران ها ، بیمارستانها و یا هنگام خروج از پارکینگهای ، افراد تمایلی به خاموش کردن چراغ بخاطر مسایل بهداشتی و یا عجله ندارند که این باعث روشن ماندن و هدر رفتن انرژی می گردد.
- بالا بردن ضریب ایمنی
- از آنجا که سیستم روشنایی با کمک سنسور حضور بر اثر حرکت افراد فعال می گردد ، با حضور افراد غریبه نیز سیستم فعال شده و باعث اطلاع بموقع می گردد.

## ۶- سنسور شدت روشنایی

این سنسور در واقع یک فتو المان می باشد که بسته به میزان نور ورودی ، خروجی آن تغییر میکند. ورودی سنسور نور مرعی و خروجی آن ولتاژ بصورت آنالوگ و یا دیجیتال می باشد. دامنه تغییرات نور مرعی بستگی به نوع و کاربرد آن دارد بطور مثال از چندین لوکس ( محیط های داخلی) تا یک صد هزار لوکس ( در محیط خارج تحت تأثیر نور مستقیم خورشید) تعریف می شود.



شکل - ۱۰۶ شمای نمونه سنسور شدت روشنایی

با استفاده از خروجی سنسور می توان روشنایی یک محیط را با کمک دایمر و یا راه اندازهای الکترونیکی بصورت بهینه کنترل نمود.

لازم به توضیح است کارایی بهینه سنسورهای ذکر شده وقتی است که تعدادی از این سنسورهای بکمک تجهیزات کنترلی همزمان مورد استفاده قرار گیرند.

## فصل - ۱۰

### بررسی فنی - اقتصادی استفاده از چراغهای با لامپ T5, T8 و همچنین جایگزینی آنها با چراغهای با لامپ T10

#### ۱ - ۱۰) مقدمه

بر اساس خط مشی اتحادیه اروپا، تحقیقات و پیشرفت در زمینه روشنایی بر اساس سه محور زیر است:

۱ - نور و سلامتی

۲ - نور و محیط زیست

۳ - نور و کاهش مصرف انرژی الکتریکی

با توجه به توسعه و پیشرفت تکنولوژی تولید چراغها با لامپ های فلورسنت دو سیاست گذاری بایستی همواره مد نظر قرار گیرد:

۱ - تدوین دستورالعمل جهت استفاده از تکنولوژی های پیشرفته و همچنین محدود و متوقف کردن تولیدات با تکنولوژی پایین

۲ - بررسی جایگزینی تکنولوژی جدید بجای قدیمی

در این فصل تنها سیاست گذاری نوع دوم یعنی، بررسی فنی - اقتصادی جایگزینی چراغهای با لامپ T8, T5 ( تکنولوژی جدید) بجای چراغهای با لامپ T10 ( تکنولوژی قدیمی) از نظر کمی آورده شده است.

البته جایگزین بمعنای اقدام ضرب العجلی برای یک تعداد زیادی چراغ نمی باشد و باید برای هر کشوری بسته به وضعیت تولید، مصرف و تکنولوژی چراغ، برنامه ریزی نمود. برای مثال در کشور ما تقاضای روزانه ناشی از سوختن این چراغها بالا و همچنین توان تولیدی تولید کنندگان نیز محدود می باشد.

### ۲ - ۱۰) جایگزینی تکنولوژی جدید بجای قدیمی

همانگونه که در فصل ششم اشاره شد با پیشرفت و توسعه چراغ، لامپ و راه اندازی می توان تا ۷۰٪ کاهش مصرف انرژی الکتریکی انجام داد. در این قسمت بررسی کاهش مصرف انرژی الکتریکی ناشی از جایگزینی چراغهای T8, T5 بجای T10 می آید.

از آنجا که متداولترین چراغهای موجود دارای دو لامپ ۴۰ واتی T10 با راه انداز القایی می باشند بررسی برای این حالت بعنوان نمونه در نظر گرفته شده است. از نظر فنی - اقتصادی از دیدگاه مصرف کننده (مشترکین) و وزارت نیرو بایستی به موضوع نگاه شود.

مشخصات یک چراغ فلورسنت با دو عدد لامپ ۴۰ وات و راه انداز القایی بصورت زیر است :

$$\text{مصرف لامپ ها : } 2 \times 40 = 80 \text{ W}$$

$$\text{مصرف راه انداز ها : } 2 \times 40 \times 0.30 = 24 \text{ W}$$

$$\text{مصرف کل چراغ : } 104 \text{ W}$$

$$\text{شار لامپ ها : } 4400 \text{ lm (55 lm/W)}$$

$$\text{شار کل چراغ با در نظر گرفتن بازدهی ۶۰٪ : } 2640 \text{ lm}$$

### ۳ - ۱۰) جایگزینی T8 بجای T10

لامپ های T8 به مانند لامپ های T10 با بالاست های القایی و یا الکترونیکی قابل راه اندازی می باشند. جهت تأمین ۲۶۴۰ لومن از چراغ می توان از لامپ T8 با توان ۳۶ وات استفاده نمود که در این حالت شار کل لامپ ها ۵۴۰۰ لومن بوده ولی ضریب بازدهی چراغ (در صورتیکه همان چراغ قبلی مورد استفاده قرار گیرد) تا ۵۵٪ افت خواهد نمود که دلیل آن طراحی چراغ بر اساس لامپ T10 با قطر بیشتر است.

$$\text{مصرف لامپ ها : } 2 \times 36 = 72 \text{ W}$$

$$\text{مصرف راه انداز ها : } 2 \times 36 \times 0.30 = 21.6 \text{ W}$$

$$\text{مصرف کل چراغ : } 93.6 \text{ W}$$

شار لامپ ها : 5040 lm (70 lm/W)

شار کل چراغ با در نظر گرفتن بازدهی ۵۵٪ : 2770 lm

یعنی با تعویض لامپ ها از T10 به T8 در هر ساعت ۱۰ وات صرفه جویی در مصرف می شود.

صرفه جوئی مصرف انرژی الکتریکی پس از یکسال ( ۲۵۰ روز کاری ، روزی ۱۲ ساعت روشن بودن ) برابر است با ۳۰۰۰۰ وات ساعت ( ۳۰ کیلو وات ساعت) با احتساب هر کیلو وات ساعت ۲۰ تومان سالیانه ۶۰۰ تومان صرفه اقتصادی دارد. قیمت هر عدد لامپ T8 حدوداً ۱۵۰۰ تومان از لامپ T10 بیشتر می باشد یعنی از نظر مصرف کننده مشوق قابل قبولی با توجه به برابر بودن طول عمر لامپها نمی باشد.

#### ۴ - ۱۰) جایگزینی بالاست الکترونیکی بجای بالاست القایی

با جایگزین بالاست های الکترونیکی (با تلفات ۱۰٪) بجای بالاست های القایی ( با تلفات ۳۰٪) در چراغهای T10 میزان مصرف کل چراغ از ۱۰۴ وات به ۸۸ وات کاهش می یابد و شار نوری تا ۱۰٪ افزایش می یابد که در این حالت در هر ساعت ۱۶ وات کاهش مصرف انرژی الکتریکی بدنبال خواهد داشت.

صرفه جوئی مصرف انرژی الکتریکی پس از یکسال ( ۲۵۰ روز کاری ، روزی ۱۲ ساعت روشن بودن ) برابر است با ۴۸۰۰۰ وات ساعت ( ۴۸ کیلو وات ساعت) با احتساب هر کیلو وات ساعت ۲۰ تومان سالیانه ۹۶۰ تومان صرفه اقتصادی دارد. قیمت هر عدد بالاست القایی حدوداً ۳۰۰۰ تومان بوده در صورتیکه قیمت یکعدد بالاست الکترونیکی جهت دو عدد لامپ ۱۶۰۰۰ تومان می باشد یعنی بازا ۱۰۰۰۰ تومان سرمایه گذاری بیشتر تنها سالیانه ۹۶۰ تومان سود دهی خواهد داشت و تنها طول عمر بیشتر این بالاست ها ( حدوداً سه برابر) می تواند امتیاز دیگری بحساب آید. یعنی این حالت نیز از نظر مصرف کننده مشوق قابل قبولی نمی باشد.

#### ۵ - ۱۰) جایگزینی T8 بجای T10 و استفاده از بالاست های الکترونیکی

در دو اقدام اصلاحی فوق الذکر مشوق قابل قبولی برای مصرف کننده به همراه نداشته و استفاده توأم نیز برای تشویق آنها مفید نخواهد بود.

با جایگزینی لامپ های T8 بجای T10 و استفاده از بالاست های الکترونیکی بجای بالاست های القایی در هر چراغ ۲۶ وات کاهش مصرف بوجود می آید. که افزایش سرمایه گذاری ۱۴۰۰۰ تومان برای هر چراغ بدنبال خواهد داشت. از اینرو بایستی دولت جهت تشویق استفاده از این لامپها نسبت به پرداخت یارانه اقدام نماید.

در صورت تعویض یک میلیون لامپ و بالاست الکترونیکی ، بدون احتساب هزینه تعویض ، ۱۴۰۰۰ میلیارد تومان سرمایه گذاری بیشتر تنها برای یک کاهش مصرف به میزان ۲۶ مگا وات باید انجام شود.

### ۶ - ۱۰) جایگزینی چراغهای T5 بجای T10

با توجه به اینکه لامپهای T5 از نظر کلاهدک و طول با لامپ های T10 متفاوت هستند و همچنین تنها با راه انداز الکترونیکی قابل راه اندازی می باشند حالت جایگزینی لامپ وجود ندارد بلکه تعویض کامل چراغ مطرح می باشد. چراغ زیر بعنوان آلترناتیو قابل ارائه می باشد.

$$\text{مصرف لامپ ها : } 2 \times 21(18) = 42(36) \text{ W}$$

$$\text{مصرف راه انداز ها : } 2 \times 21(18) \times 0.10 = 4.2(3.6) \text{ W}$$

$$\text{مصرف کل چراغ : } 46.2(39.6) \text{ W}$$

$$\text{شار لامپ ها : } 3570(3060) \text{ lm}$$

$$\text{شار کل چراغ با در نظر گرفتن بازدهی ۸۵٪ : } 3030(2600) \text{ lm}$$

\* : لامپ ۲۱ وات مرسوم است ولی لامپ ۱۸ وات سفارش خاص است.

یعنی با تعویض چراغ کامل T10 با T5 می توان مصرف انرژی الکتریکی را با لامپ های ۲۱ وات و یا ۱۸ وات از ۱۰۴ وات به ۴۶,۲ و یا ۳۹,۶ وات رسانید. در واقع با تعویض چراغ T10 با چراغ T5 و لامپ ۲۱ وات بازاء هر چراغ ۵۷,۸ وات مصرف انرژی الکتریکی کاهش می یابد.

هزینه یک چراغ T5 با کیفیت مناسب ، دو عدد لامپ ۲۱ وات و راه انداز الکترونیکی حدوداً ۵۰۰۰۰ تومان می باشد. یعنی ۳۵۰۰۰ تومان بیش از یک چراغ T10 معمولی.

صرفه جوئی مصرف انرژی الکتریکی پس از یکسال ( ۲۵۰ روز کاری ، روزی ۱۲ ساعت روشن بودن ) برابر است با ۱۷۳۴۰۰ وات ساعت ( ۱۷۳ کیلو وات ساعت) با احتساب هر کیلو وات ساعت ۲۰ تومان برای مشترکین سالیانه ۱۲۰۰ تومان صرفه اقتصادی دارد.

در صورت تعویض یک میلیون لامپ و بالاست الکترونیکی ، بدون احتساب هزینه تعویض ، ۳۵۰۰۰۰ میلیارد تومان سرمایه گذاری بیشتر تنها برای یک کاهش مصرف به میزان ۵۷٫۸ مگا وات باید انجام شود.

#### ۷ - ۱۰) کمکهای دولتی جهت توسعه فن آوری

سهم مصارف روشنایی از مصرف کل انرژی الکتریکی در کشور ما بیش از ۳۰٪ برآورد می گردد. یکی از متداولترین منابع نوری در کشور و جهان، چراغ های فلورسنت می باشند. همانگونه که ملاحظه گردید با تکنولوژی روز می توان مصرف انرژی الکتریکی این لامپها را بیش از ۶۰٪ کاهش داد. اما این کاهش مصرف انرژی با توجه به قیمت انرژی در کشور از نظر مشترکین توجیه پذیر نمی باشد.

لذا بایستی وزارت نیرو با توجه به قیمت جهانی ۸ سنت (۷۸ تومان) جهت در اختیار قرار دادن تکنولوژی های نو اقدام نماید. با احتساب قیمت ۷۸ تومان، جایگزینی چراغهای T8 بجای T10 برای یک کاهش مصرف ۲۶ وات ، سالیانه ۶۰۰۰ تومان و برای جایگزینی چراغهای T5 بجای T10 ، با یک کاهش مصرف ۵۷٫۸ وات ، سالیانه ۱۳۵۰۰ تومان برگشت سرمایه وجود خواهد داشت. برای هر دو نوع جایگزینی برگشت سرمایه پس از کمتر از سه سال انجام خواهد شد.

البته باید توجه داشت که طول عمر مفید چراغ بیش از ۲۰ سال بوده و هر چند سرمایه گذاری اولیه تعویض چراغ T10 به T5 بیشتر بوده ولی سود کل پس از ۲۰ سال چندین برابر حالت تعویض چراغ (لامپ) T10 به T8 می باشد.

#### ۸ - ۱۰) نتیجه گیری

کاهش مصرف و بهبود سیستم روشنایی تنها از جنبه قیمت دارای اهمیت نمی باشد بلکه بایستی موارد زیر در تصمیم گیری نهایی نیز مد نظر قرار گیرد:

۱ - کاهش آلاینده های محیط زیست



علاوه بر انتشار گازهای آلاینده به همراه تولید انرژی الکتریکی، مواد موجود در لامپهای از کار افتاده نیز مضر و مخرب محیط زیست می باشند. مخصوصاً در کشور ما که بازیافت منابع نوری انجام نمی گیرد. از این جهت بایستی از لامپهای با طول عمر بالا و حداقل مواد سمی مخرب محیط زیست استفاده نمود.

بنابراین جایگزینی چراغ های T10 با T5 دارای اهمیت و اولویت بالاتری نسبت به جایگزینی چراغ های T10 با T8 می باشد.

#### ۲ - کاهش تلفات شبکه

درصد بالای شبکه برق کشور یکی از معضلات اساسی صنعت برق می باشد. میزان تلفات با مقدار مصرف ارتباط مستقیم دارد. کاهش مصرف بخصوص توسط مشترکین شبکه های توزیع باعث کاهش تلفات بطرز چشمگیری در شبکه می شود چرا که تلفات حرارتی سیم ها با توان ۲ مصرف (جریان سیم) نسبت دارد. از آنجا که چراغ های T5 صرفه جویی انرژی بسیار بیشتری نسبت به لامپهای T8 دارند بنابراین جایگزینی چراغ های T10 با T5 دارای اهمیت و اولویت بالاتری نسبت به جایگزینی چراغ های T10 با T8 می باشد.

#### ۳ - کاهش پیک شبکه

نظر به ماهیت مصرف انرژی الکتریکی، منحنی مصرف شبکه برق کشوردارای دو پیک در روز و شب می باشد که گاهاً با عدم تناسب تولید و تقاضا روبرو شده و منجر به خاموشی می گردد. هرچند که تصور براین است که روشنایی تنها بر پیک شب تأثیر گذار است اما بواسطه عدم فرهنگ استفاده از نور خورشید متأسفانه مصرف انرژی الکتریکی در پیک روز نیز نقش اساسی دارد. با کاهش مصرف انرژی الکتریکی توسط سیستم های روشنایی می توان منحنی پیک و مقدار پیک را بخوبی اصلاح نمود.

#### ۴ - افزایش قابلیت اطمینان شبکه

صرفه نظر از حوادث ناشی از شرایط بد جوی، اکثر حوادث در ساعات پر باری اتفاق می افتد از اینرو کاهش پیک بار شبکه بواسطه مدیریت مصرف روشنایی باعث افزایش قابلیت اطمینان شبکه می گردد.

بنابراین جایگزینی چراغ های T10 با T5 دارای اهمیت و اولویت بالاتری نسبت به جایگزینی چراغ های T10 با T8 می باشد.

## فصل - ۱۱

### تدوین پیشنهادات جهت استفاده از تکنولوژی های پیشرفته با توجه به تجربه اعمال شده در اتحادیه اروپا ( آلمان)

#### ۱ - ۱۱) مقدمه

از سال ۱۹۷۰ میلادی واژه حفاظت محیط زیست و از همه مهمتر آلودگی محیط زیست و افزایش درجه حرارت کره زمین مطرح گردید. واژه حفاظت محیط زیست به تمام اقداماتی که برای حفظ محیط زیست با هدف نگهداری اساس زندگی و سلامتی انسانها انجام می گردد، اطلاق می شود.

از سوختن سوخت های فسیلی ، دی اکسید کربن آزاد می گردد که این ماده در هوا پخش گردیده و باعث افزایش درجه حرارت کلی کره زمین می گردد.

برای مثال بمنظور تولید یک کیلووات ساعت انرژی الکتریکی ، بایستی ۳۲۰ گرم ذغال سنگ سوزانده شود که بر اثر آن ۸۸۰ گرم گاز دی اکسید کربن نیز تولید می گردد. بطور مشابه برای تولید همان مقدار انرژی الکتریکی از گاز و ذغال قهوه ای بترتیب ، ۴۲۸ و ۱۱۵۳ گرم گاز دی اکسید کربن تولید می گردد.

#### ۲ - ۱۱) اتحادیه اروپا و محیط زیست

در حال حاضر بحث محیط زیست بعنوان یکی از دستور جلسات مهم سازمان ملل ، اتحادیه اروپا و کشورهای صنعتی می باشد، بطوریکه معروف ترین آن تعهدات و دستورالعمل کیوتو ژاپن می باشد. در همین راستا سالانه کنفرانس ها و سمینارهای بین المللی حفاظت محیط زیست برگزار می گردد.

همانطور که اشاره گردید نیروگاههای تولید انرژی الکتریکی و خودروها مهمترین عامل تولید دی اکسید کربن و آلودگی محیط زیست می باشند. یکی از موارد کلیدی و مؤثر در این راستا کاهش مصرف انرژی الکتریکی جهت روشنایی می باشد .

در نوامبر سال ۲۰۰۰ میلادی در کنفرانس کیوتو ژاپن کلیه کشورها متعهد شدند که بمنظور حفظ محیط زیست نسبت به کاهش گازهای گلخانه ای و دی اکسید کربن اقدام شود. ۱۵٪ از کل انرژی الکتریکی مصرفی در جهان سهم مصارف روشنایی تخمین زده می شود.

### ۳- ۱۱) خط مشی کاهش مصرف الکتریکی جهت مصارف روشنایی

بر اساس خط مشی اتحادیه اروپا لامپ های رشته ای ، بالاست های القایی و سایر تجهیزات پر مصرف بایستی که فروش آنها بر اساس یک برنامه زمان بندی تا سال ۲۰۱۶ در اروپا ممنوع گردد.

#### ۱- ۳- ۱۱) لامپهای رشته ای

سال ۲۰۰۵ میلادی اتحادیه اروپا تصویب نمودند که منابع نوری کم بازده به مرور از خط تولید خارج و سپس فروش آن ممنوع گردد. یکی از این اقدامات از رده خارج کردن لامپهای رشته ای با اولویت توان آنها می باشد.

در این برنامه زمانبندی تاریخ ممنوعیت فروش یک سال پس از تاریخ اتمام تولید است.

براین اساس از سپتامبر سال ۲۰۰۸ میلادی تولید لامپهای ۸۰ وات به بالا بجز آنها که در کلاس رده بندی گروه مصرف A قرار می گیرند در اروپا ممنوع و فروش این لامپها از اول سپتامبر ۲۰۰۹ ، ممنوع گردیده است. از اول سپتامبر ۲۰۱۰ لامپهای با توان بیش از ۶۵ وات از ابتدای سپتامبر ۲۰۱۱ لامپهای با توان بیش از ۴۵ و از ابتدای سپتامبر ۲۰۱۲ کلیه لامپهای بیش از ۷ وات فروش آنها ممنوع است.

از سپتامبر ۲۰۱۶ فروش کلیه محصولات روشنایی در کلاس رده بندی گروه مصرف C ممنوع است.

این برنامه زمانبندی تا سال ۲۰۱۲ ادامه پیدا می کند و لازم است تا آن موقع حداکثر لامپ رشته ای قابل تولید و فروش ۷ وات می باشد.

## ۲ - ۳ - ۱۱) بالاست های لامپ های فلورسنت

یکی از تجهیزات پر تلفات مصارف روشنایی ، بالاست های راه انداز لامپ های فلورسنت می باشد. در حال حاضر ۳ گروه بالاست وجود دارد:

۱ - بالاست های مرسوم القایی با تلفات حدود ۳۰٪

۲ - بالاست های القایی کم تلفات با تلفاتی حدود ۱۵٪

۳ - بالاست های الکترونیکی با تلفاتی حدود ۱۰٪

این بالاست ها با توجه به میزان تلفات آنها بر اساس استاندارد EN 50294 تقسیم بندی شده اند:

نوع D ( با تلفات بیش از ۳۰٪ )

نوع C ( با تلفات کمتر از ۳۰٪ )

نوع B ( بالاست های القایی کم تلفات حدود ۱۵٪ ) (B1, B2)

نوع A ( بالاست های الکترونیکی ) (A1, A2, A3)

با توجه به تلفات بالای بالاست های مرسوم القایی نسبت به بالاست های الکترونیکی اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۰ (21.11.2000) تصمیم گرفتند که استفاده از بالاستهای مرسوم القایی را طبق یک برنامه زمانبندی بصورت زیرممنوع نمایند.

۱ - عدم تولید بالاست های نوع D ظرف ۱۸ ماه آینده

۲ - عدم تولید بالاست های نوع C ظرف پنج سال آینده

۳ - بررسی عدم استفاده و تولید بالاست های نوع B2 با تلفات بیش از ۱۵٪

کمیسیون انرژی آمریکا در سال ۲۰۰۵ تصویب نمودند که تولید این بالاست ها از سال ۲۰۰۵ میلادی متوقف و فروش آنها از سال ۲۰۱۰ ممنوع گردند.

از سال ۲۰۰۵ در اروپا استفاده از لامپهای فلورسنت با کاتد سرد بعلت پایین بودن بهره نوری نسبت به لامپهای فلورسنت با کاتد گرم علیرغم طول عمر بیشتر و قیمت کمتر ممنوع شده اند.

#### ۴ - ۱۱) تدوین پیشنهادات

با توجه به تجربه اعمال شده اتحادیه اروپا در رابطه با کاهش مصرف انرژی الکتریکی جهت تأمین روشنایی معابر، پیشنهادات در چهار قسمت بشرح زیر عرضه می گردد.

##### ۱ - لامپهای رشته ای با اولویت توان بالاتر

- عدم مجوز واردات هر گونه لامپ رشته ای و لامپهای با برجسب انرژی C, D, E ظرف مدت ۶ ماه از تاریخ ابلاغ

- از ابتدای سال ۱۳۹۰ عدم تولید لامپهای رشته ای ۸۰ وات به بالا

- از ابتدای سال ۱۳۹۱ جمع آوری و عدم فروش لامپهای رشته ای ۸۰ وات به بالا

- ابتدای سال ۱۳۹۱ عدم تولید لامپهای رشته ای ۶۰ وات به بالا

- ابتدای سال ۱۳۹۲ جمع آوری و عدم فروش لامپهای رشته ای ۶۰ وات به بالا

- ابتدای سال ۱۳۹۳ عدم تولید لامپهای رشته ای ۴۰ وات به بالا

- ابتدای سال ۱۳۹۴ جمع آوری و عدم فروش لامپهای رشته ای ۴۰ وات به بالا

##### ۲ - بالاست های القایی

-- عدم مجوز واردات هر گونه بالاست القایی ظرف مدت ۶ ماه از تاریخ ابلاغ

- ابتدای سال ۱۳۹۰ عدم تولید بالاستهای القایی مرسوم

- ابتدای سال ۱۳۹۱ جمع آوری و عدم فروش کلیه بالاست های القایی مرسوم

- ابتدای سال ۱۳۹۲ عدم تولید هر گونه بالاست با تلفات بیش از ۲۰٪

- ابتدای سال ۱۳۹۳ جمع آوری و عدم فروش کلیه بالاست ها با تلفات بیش از ۲۰٪

##### ۳ - چراغ مهتابی

متأسفانه چراغهای مهتابی بسیار نامناسبی در حال حاضر در بازار وجود دارند که تلفات آنها بیش از ۵۰٪ می باشد و با هیچ معیار و استاندارد قابل قبول نمی باشند.

بطور کلی لامپهای فلورسنت جهت تأمین روشنایی مستقیم ( منازل ، مدارس ، ادارات ، کارخانجات و ... ) مگر در موارد استثنایی مانند بیمارستانها بصورت غیر مستقیم بهره برداری می شوند.

اینگونه لامپها بایستی در چراغ ( قابهای رفلکتور) قرار گیرند و در سقف متصل شوند، در صورتیکه در اکثر منازل این چراغها بر روی دیوارهای جانبی قرار دارند.

- عدم تولید کلیه چراغهای غیر استاندارد که جهت نصب بر روی دیوارها تعبیه شده اند ظرف مدت ۶ ماه از ابلاغ

- ابتدای سال ۱۳۹۰ جمع آوری و عدم فروش کلیه چراغهای غیر استاندارد دیواری

- ابتدای سال ۱۳۹۱ عدم تولید چراغهای سقفی با بازدهی کمتر از ۶۰٪

- ابتدای سال ۱۳۹۲ جمع آوری و عدم فروش چراغهای سقفی با بازدهی کمتر از ۶۰٪

- ابتدای سال ۱۳۹۳ عدم تولید چراغهای سقفی با بازدهی کمتر از ۷۰٪

- ابتدای سال ۱۳۹۴ جمع آوری و عدم فروش چراغهای سقفی با بازدهی کمتر از ۷۰٪

- ابتدای سال ۱۳۹۵ عدم تولید چراغهای سقفی با بازدهی کمتر از ۸۰٪

- ابتدای سال ۱۳۹۶ جمع آوری و عدم فروش چراغهای سقفی با بازدهی کمتر از ۸۰٪

- راه اندازی خط تولید چراغهای سقفی با انواع لامپها (T8, T5) با بازدهی بیش از ۸۰٪

۴ - لامپهای فلورسنت

- عدم مجوز واردات لامپهای فلورسنت با ضریب بهره نوری کمتر از ۷۰ لومن بر وات

- ابتدای سال ۱۳۹۰ عدم تولید لامپهای T10 با ضریب بهره نوری کمتر از 50 lm/W

- ابتدای سال ۱۳۹۱ جمع آوری و عدم فروش لامپهای T10 با ضریب بهره نوری کمتر از 50 lm/W

- ابتدای سال ۱۳۹۲ عدم تولید لامپهای T10 با ضریب بهره نوری کمتر از 60 lm/W

- ابتدای سال ۱۳۹۳ جمع آوری و عدم فروش لامپهای T10 با ضریب بهره نوری کمتر از 60 lm/W

- ابتدای سال ۱۳۹۲ راه اندازی خط تولید لامپهای T8 با ضریب بهره نوری بیش از 80 lm/W

- ابتدای سال ۱۳۹۳ راه اندازی خط تولید لامپهای T5 با ضریب بهره نوری بیش از 90 lm/W در بحث راه اندازی خط تولید منابع نوری جدید بایستی علاوه بر ضریب بهره نوری به کیفیت نور خروجی و طول عمر نیز توجه شود.

در انتها بایستی به نکته مهم بازیافت کلیه لامپهای رشته ای، بالاستهای القایی ، لامپهای فلورسنت و همچنین چراغ ( قابهای منعکس کننده) توجه خاص و جدی شود.