

روش کنترل و پایش متمرکز روشنایی معابر جهت صرفه جویی انرژی با استفاده از تکنولوژی Lumen IQ

فرزان آزاد، آذین تاجفر

۱- کارشناس طراحی و نظارت شرکت مهندسی مشاور فرانور درخشان

farzanazad@gmail.com

چکیده

همانطور که می دانیم مقدار زیادی از انرژی الکتریکی توسط روشنایی معابر مصرف می شود، خصوصاً زمانی که این موضوع در سطح منطقه ای و کشوری مورد بررسی قرار گیرد. کاهش مصرف انرژی الکتریکی باعث ذخیره قسمت عمده ای از انرژی الکتریکی می گردد که یکی از روشهای آن، کنترل مقدار نور هر کدام از چراغها می باشد که نهایتاً منتج به کنترل توان الکتریکی ورودی هر چراغ می باشد. استفاده از یک سیستم پیشرفته کنترل متمرکز روشنایی معابر با نصب یک سیستم هوشمند و ثبت اطلاعات مربوط به اجزاء مختلف چراغ توسط آن و ارسال اطلاعات از طریق خطوط انتقال بی سیم به یک مرکز کامپیوتری، امکان کنترل نور و نتیجتاً مصرف انرژی را به ما خواهد داد، ضمن اینکه انجام فعالیتهای تعمیر و نگهداری با پیشرفته ترین شکل ممکن امکان پذیر خواهد بود. با توجه به نکات ذکر شده این مقاله یک پروژه هوشمند کاهش مصرف انرژی الکتریکی بوسیله یک کاهنده کنترل از راه دور توسط یک تکنولوژی جدید را توضیح خواهد داد.

کلمات کلیدی: کاهش مصرف انرژی، کنترل متمرکز روشنایی، سیستم هوشمند روشنایی

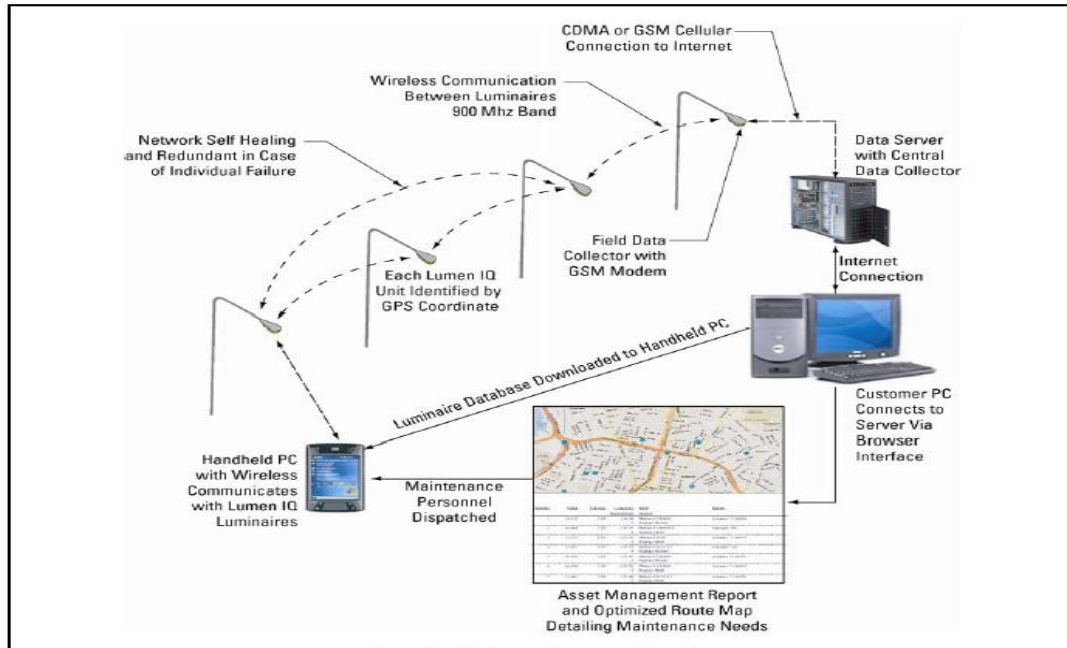
۱- مقدمه

کارشناسان تکنولوژی Lumen IQ مدعی هستند که این محصول، وقتی که در یک سیستم کنترل هوشمند به کار گرفته شود به مسئولین اجازه می دهد که مقداری از نور چراغ در هر خیابان را به صورت جداگانه تغییر دهند و مصرف انرژی نیز با هماهنگ شدن مقدار نور خروجی با استانداردهای روشنایی در شرایط متفاوت، کاهش یابد. کنترل روشنایی معابر با استفاده از یک مرکز اینترنتی فراهم می شود. سیگنالهای کنترلی از طریق اینترنت بوسیله خطوط بی سیم به یک مجموعه چراغ ارسال می گردد. این ابزار به مسئولین اجازه می دهد که کارایی و عملکرد چراغهای خیابانی، مقدار انرژی مصرفی و انرژی ذخیره شده توسط کاهنده را ببینند. همچنین جمع آوری اطلاعات را انجام دهند و در خلال آنالیز و بررسی مقادیر بدست آمده، آنها را ثبت کنند.

سطح روشنایی معابر بوسیله طراحی مهندسی و با بکارگیری مقدار حداقل استاندارد که به ویژگی معبر و نوع فعالیت عابرین پیاده در آن مرتبط است، مشخص می گردد. برای سطوح بالاتر عبور و مرور عابرین پیاده سطح بالاتر روشنایی لازم می باشد. حجم تردد عابرین پیاده در خلال ساعات تاریکی لزوماً ثابت نمی ماند. در اکثر موارد تعداد عابرین به طرز شگرفی در آخر شب و صبح زود قبل از شروع فعالیت مردم کاهش می یابد. در طول ساعات کاهش تردد افراد پیاده، سطح روشنایی می تواند کم شود، که سیستم مذکور اجازه این کاهش روشنایی بوسیله کاهندههای هر چراغ را جداگانه به ما می دهد. در این مقاله این پروژه توضیح داده شده و فواید و مزیت کنترل چراغهای خیابانی بررسی شده است.

۲- تعریف تکنولوژی Lumen IQ

به طور خلاصه تکنولوژی Lumen IQ به کار رفته در این پروژه به همراه جزئیات سخت‌افزاری، سیستم‌های مخابراتی و نرم‌افزاری و ترتیب قرار گرفتن آنها در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- جزئیات سخت‌افزاری تکنولوژی Lumen IQ

واحدهای Lumen IQ در محفظه چراغ‌های خیابانی قرار می‌گیرند. این قطعه سخت‌افزاری جای کمی را اشغال می‌کند و در انواع چراغ‌های لاک‌پشتی قابل نصب می‌باشد. هر واحد Lumen IQ کنترل‌کننده یک چراغ خیابانی می‌باشد که در داخل آن نصب است. توابع تحت کنترل هر واحد سه حالت روشن، خاموش و کاهنده است. حالت‌های روشن و خاموش (شب و روز) براساس سطوح روشنایی محیط و حالت کاهنده با برنامه‌ریزی و با توجه به مقادیر بدست آمده از سنسورهای مختلف، تنظیم می‌شود. Lumen IQ در ۶۰ مرحله عمل کاهش نور را که هر مرحله تقریباً برابر با یک درصد (۱/۱۷٪) از کل بوده می‌دهد و نور خروجی چراغ از ۱۰۰ درصد به ۳۱ درصد کاهش می‌یابد. واحدهای Lumen IQ نوسانات موجود در شبکه را نشان می‌دهند در این موقع چراغ‌ها را خاموش می‌کنند تا به سایر قسمت‌های چراغ نظیر بالاست، جرقه‌زن و ... آسیب وارد نشود. وقتی چراغ در هنگام نوسانات برق خاموش شود یک کد مخصوص خرابی تولید و به مرکز اطلاعات ارسال می‌گردد در همین موقع یک LED چشمک‌زن که از خیابان قابل رؤیت است فعال می‌شود تا پرسنل تعمیر و نگهداری متوجه شوند که چراغ نیاز به تعمیرات دارد. میزان مصرف انرژی توسط Lumen IQ نمایش داده می‌شود و این امکان را می‌دهد که مسئولین میزان انرژی مصرفی هر چراغ را به صورت جداگانه بدانند.

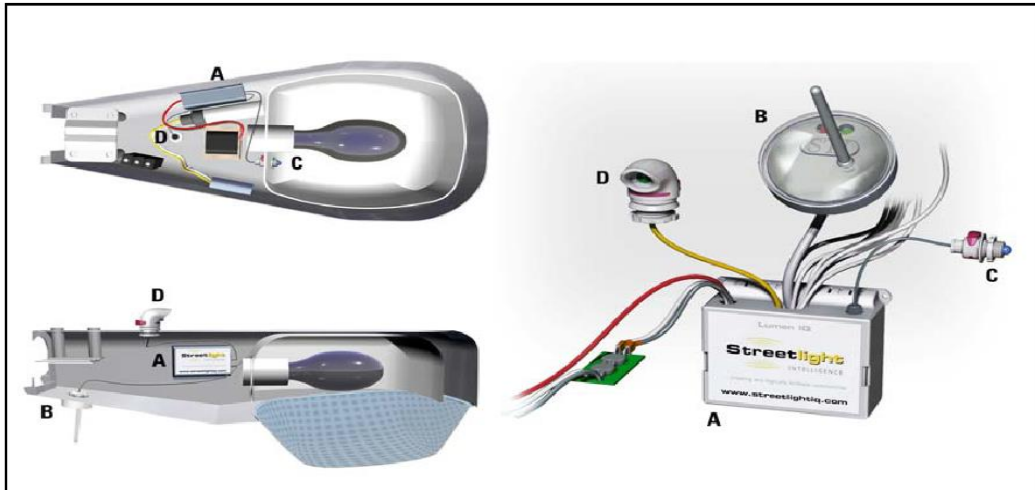
شکل ۲ نحوه قرارگیری اجزای مختلف Lumen IQ را در داخل چراغ که به شرح زیر است نشان می‌دهد:

A: میکروپروسسور که دارای تایمر است

B: فرستنده و گیرنده بی‌سیم با فرکانس رادیویی 900MHZ به همراه LED اعلام خرابی

C: سنسور مقدار نور خروجی لامپ

D: سنسور مربوط به روشنایی روز و شب که شبیه فتوسل می‌باشد.



شکل ۲ - نحوه قرارگیری اجزای مختلف Lumen IQ

میزان دقت سنسور نوری لامپ برای روند کاهش نور خیلی مهم است. اگر ارتباط بین مرکز اطلاعات و Lumen IQ قطع شود، دستور فرستاده شده که در میکروپروسسور ذخیره شده است جهت روند کاهش نور ادامه می‌یابد تا زمانی که دوباره ارتباط برقرار گردد. برای شناسایی هر واحد Lumen IQ به صورت جداگانه یک شماره سریال مخصوص داده شده است. در بخش مربوط به سرور این شماره با محل نصب آن روی یک نقشه محلی مرتبط شده تا بتوانیم از طریق نرم‌افزار پیشرفته نقشه‌یابی محل دقیق آن را پیدا کنیم.

^۱ FDC

اطلاعات مربوط به یک مجموعه از واحدهای Lumen IQ را جمع‌آوری نموده و از طریق سیستم بی‌سیم به کامپیوتر مرکزی که نرم‌افزار و نمایش را در بر دارد ارسال می‌کند.

^۲ CDC

واحدهای Lumen IQ بوسیله یک سرور که شامل یک نرم‌افزار جمع‌آوری اطلاعات مرکزی (CDC) است، کنترل می‌شود. CDC اطلاعات ارسالی از واحدهای Lumen IQ توسط FDC را دریافت نموده و پس از هماهنگ کردن داده‌ها آنها را به Data server می‌فرستد.

Data Server

Data Server اطلاعات دریافت شده از واحدهای Lumen IQ را در خود ذخیره می‌کند و اطلاعات را جهت استفاده در کامپیوتر مشتری از طریق یک واسطه وب فراهم می‌سازد. این اطلاعات دارای رمز حفاظتی می‌باشند و از طریق یک وب سایت توسط مشتری قابل دسترس است و به همین شکل امکان ارسال اطلاعات به چراغ‌های خیابانی نیز وجود دارد. این سرور شامل نرم‌افزار خاصی است که دارای نقشه یاب مایکروسافت می‌باشد تا اطلاعات مکانی را فراهم آورد.

¹ Field Data Collector

² Central Data Collector

۳- مزایای استفاده از سیستم هوشمند کنترل روشنایی معابر «SIMS»^۴

۱-۳- کاهش مصرف انرژی

برآورد می شود استفاده از این تکنولوژی چیزی حدود ۴۰ درصد کاهش مصرف انرژی را به دنبال خواهد داشت. کاهش نور باید تا حدی باشد که از مقدار استاندارد کمتر نشود، این حدود استاندارد براساس حجم عبور و مرور عابرین پیاده مشخص می گردد. در تکنولوژی Lumen IQ کاهش مصرف انرژی دارای نسبت یک به یک با نور خروجی نمی باشد که دلیل آن تلفات الکتریکی در بالاستهای القایی می باشد. تست های آزمایشگاهی نشان می دهد که ۵۰ درصد کاهش نور تقریباً باعث کاهش ۴۰ درصد مصرف انرژی ورودی می شود. البته بالاست های الکترونیکی دارای بازده بالاتری نسبت به بالاست های القایی می باشند. آزمون های لازم جهت تعیین راندمان تکنولوژی Lumen IQ با استفاده از بالاست های الکترونیکی در حال انجام است.

۲-۳- کاهش نورهای مزاحم

هر گونه زیاد بودن نور خروجی چراغ های خیابانی باعث ایجاد نورهای مزاحم، خیرگی، چشم زدگی و روشن شدن آسمان شب می گردد. کاهش نور چراغ ها در ساعاتی از شب مورد استقبال ستاره شناسان بوده که به علت کم شدن برافروختگی آسمان امکان رصد ستارگان فراهم می شود.

۳-۳- بهبود بخشیدن به روند تعمیر و نگهداری

دیدن معایب هر چراغ از طریق صفحه کامپیوتر به مسئولین این امکان را می دهد که برنامه ریزی بهتری برای تعمیر و نگهداری چراغ ها در نظر بگیرند. هر کدام از چراغ های خیابانی به هر دلیل که از کار بیافتد (خرابی تغذیه الکتریکی، خرابی اجزا و ...) توسط Lumen IQ قابل تشخیص می باشد. سپس با استفاده از نرم افزار نقشه یاب می توان به محل دقیق چراغ دست پیدا کرد.

۴-۳- حفاظت از اجزای الکتریکی چراغ در هنگام نوسانات برق

یکی از ویژگی های مهم این محصول قابلیت آن در خاموش کردن چراغ در هنگام نوسانات می باشد تا از تأثیر منفی شدید بر روی سایر اجزای چراغ بکاهد. در هنگام نوسان، واحد Lumen IQ چراغ را خاموش می کند و LED چشمک زن زیر چراغ روشن می شود و یک اخطار به سرور ارسال می گردد تا محل چراغ مشخص شود.

۵-۳- اندازه گیری دقیق مصرف توان

در حال حاضر تعیین بهای انرژی که توسط روشنایی معابر مصرف می شود براساس ساعات روشن بودن سیستم و بدون اندازه گیری توان مصرف شده می باشد، تکنولوژی Lumen IQ قابلیت اندازه گیری دقیق توان صرف نظر از حالت چراغ (در حالت کاهنده یا غیر کاهنده) را به ما خواهد داد. با استفاده از این تکنولوژی مسئولین صورتحساب توان مصرف شده دقیق چراغ ها قابل محاسبه بوده و ضعف مربوط به پرداخت بها براساس ساعات مصرف از بین می رود. ضمن اینکه کاهش مصرف انرژی ناشی از کم شدن نور

⁴ Streetlight intelligence Management System

چراغ‌ها در بعضی از ساعات شب در نظر گرفته خواهد شد. اطلاعات جمع‌آوری شده توسط واحدهای Lumen IQ به منظور صدور صورتحساب توسط شرکت تولیدکننده انرژی از طریق وب سایت مربوطه قابل دسترسی می‌باشد.

۳-۶- اطلاعات مربوط به عملکرد قطعات چراغ:

با توجه به اینکه جزئیات مربوط به هر چراغ به طور جداگانه توسط واحدهای Lumen IQ اندازه‌گیری می‌شود، اطلاعات مربوط به مصرف توان، حفظ شار نوری و دیگر موارد، تصویر دقیقی از عملکرد چراغ، لامپ و اجزای دیگر آن در معبر به ما خواهد داد. این اطلاعات به مسئولین امکان می‌دهد که از کیفیت و کارکرد اجزای خریداری شده و مسائل مربوط به تعمیر و نگهداری آگاه شوند و یک تحلیل ذهنی در زمینه‌های مربوط به طراحی، اجرا و دوره‌های تعمیر و نگهداری داشته باشند.

۴- کاربرد کاهش نور روشنایی معابر

هدف از روشنایی معابر فراهم ساختن دید راحت، دقیق و سریع در شب می‌باشد. تحقیقات نشان داده که نصب سیستم‌های روشنایی در معابر پر تردد باعث کاهش تصادفات و ایجاد امنیت برای وسایل نقلیه و عابرین پیاده می‌شود. در این قسمت توضیحاتی در مورد کاربرد این تکنولوژی و کاهش مصرف انرژی در سه حالت زیر داده شده است.

۴-۱- معابر با حجم متغیر عابرین پیاده

میزان روشنایی فراهم شده برای معابر معمولاً براساس دو معیار مهم مهندسی تعیین می‌گردد که یکی نوع معبر است و دیگری حجم عبور و مرور عابرین پیاده می‌باشد. مقادیر استاندارد IESNA در جدول ۱ نشان داده شده است و همانطور که از جدول مشخص است برای حجم عبور و مرور بیشتر عابرین پیاده، سطح روشنایی بالاتری نیاز است. حجم عبور و مرور عابرین با تعدادشان در پیاده‌رو در یک طول مشخص (به عنوان مثال ۲۰۰ متر) و در یک ساعت از شب (به عنوان مثال ۶ تا ۷ بعد از ظهر) طبقه‌بندی می‌گردد. زمان انتخاب شده معمولاً پر تردد ترین ساعت رفت و آمد عابرین پیاده می‌باشد. اگر بیشتر از ۱۰۰ نفر شمرده شود، در سطح بالا، بین ۱۱ تا ۹۹ نفر، متوسط و کمتر از ۱۰ نفر در سطح پایین طبقه‌بندی قرار می‌گیرند. با توجه به حجم عبور و مرور، حداقل مقدار روشنایی از جدول ۱ مشخص می‌گردد. تعداد عابرین در سراسر ساعات شب ثابت نمی‌ماند و همچنین در اواخر شب و نزدیک ساعات صبح به طور قابل ملاحظه‌ای تعداد آنها کم می‌شود. در شرایط خاصی نیز مانند اواخر هفته، جشن‌ها و فستیوال‌ها تعداد عابرین احتمالاً افزایش می‌یابد. به کارگیری Lumen IQ برای کاهش مصرف انرژی بستگی به تغییرات عبور و مرور عابرین دارد. سازنده Lumen IQ مدعی است که کاهش کنترل شده نور برای هر چراغ به طور جداگانه انجام می‌پذیرد که این کاهش نور، تأثیری در منحنی پخش نور چراغ‌ها و ضریب یکنواختی نخواهد داشت. مسئولین اطلاعات خیلی کمی در مورد سطح عبور و مرور عابرین پیاده دارند، در صورتی که صرفه‌جویی در انرژی به صورت دقیق، لازمه درک روند صحیح حجم عبور و مرور عابرین پیاده می‌باشد. برای کاهش مصرف انرژی در این نوع معابر براساس استاندارد IESNA مقدار شار نوری چراغ‌ها به سطوح متوسط و کم عابرین پیاده تقلیل می‌یابد که به ترتیب برابر ۳۰ درصد و ۵۰ درصد کاهش نور خواهد بود. تست‌های آزمایشگاهی نشان داده که به ازای کاهش ۵۰ درصدی نور ۴۰ درصد کاهش مصرف انرژی را خواهیم داشت.

جدول ۱ - مقادیر استاندارد براساس IESNA

Road and Pedestrian Conflict Area		Pavement Classification (Minimum Maintained Average Values)			Uniformity Ratio E_{avg}/E_{min}	Veiling Luminance Ratio L_{vmax}/L_{avg}
Road	Pedestrian Conflict Area	R1 lux/ftc	R2 & R3 lux/ftc	R4 lux/ftc		
Freeway Class A		6.0/0.6	9.0/0.9	8.0/0.8	3.0	0.3
Freeway Class B		4.0/0.4	6.0/0.6	5.0/0.5	3.0	0.3
Expressway	High	10.0/1.0	14.0/1.4	13.0/1.3	3.0	0.3
	Medium	8.0/0.8	12.0/1.2	10.0/1.0	3.0	0.3
	Low	6.0/0.6	9.0/0.9	8.0/0.8	3.0	0.3
Major	High	12.0/1.2	17.0/1.7	15.0/1.5	3.0	0.3
	Medium	9.0/0.9	13.0/1.3	11.0/1.1	3.0	0.3
	Low	6.0/0.6	9.0/0.9	8.0/0.8	3.0	0.3
Collector	High	8.0/0.8	12.0/1.2	10.0/1.0	4.0	0.4
	Medium	6.0/0.6	9.0/0.9	8.0/0.8	4.0	0.4
	Low	4.0/0.4	6.0/0.6	5.0/0.5	4.0	0.4
Local	High	6.0/0.6	9.0/0.9	8.0/0.8	6.0	0.4
	Medium	5.0/0.5	7.0/0.7	6.0/0.6	6.0	0.4
	Low	3.0/0.3	4.0/0.4	4.0/0.4	6.0	0.4

وقتی دستور کاهش نور ارسال می‌شود، Lumen IQ مقدار نور لامپ را در یک مقطع ۵ دقیقه‌ای با بازه‌های یک درصدی افزایش، تقلیل خواهد داد. طبق نظر کارشناسان روشنایی، تغییرات یک درصدی نور واقعاً محسوس نمی‌باشد و همچنین کاهش ۵۰ درصدی نور طی ۵ دقیقه برای تطابق دید افراد نیز مناسب است. کاهش مصرف انرژی با استفاده از کاهش نور به عوامل مختلفی بستگی دارد که به شرح ذیل می‌باشد:

شناسایی معابر منتخب برای کاهش نور:

مسئولین ممکن است تشخیص دهند که معبر باید تحت نور موجود باقی بماند و امکان استفاده از سیستم کاهش نور وجود ندارد.

ساعاتی که امکان کاهش نور وجود دارد:

مادامیکه فرض شده در اکثر معابر نیمه شب‌ها و صبح خیلی زود با کاهش قابل توجه عابرین مواجه هستیم، لازم است که زمان تغییرات و سطح دقیق عبور و مرور عابرین پیاده مشخص شود.

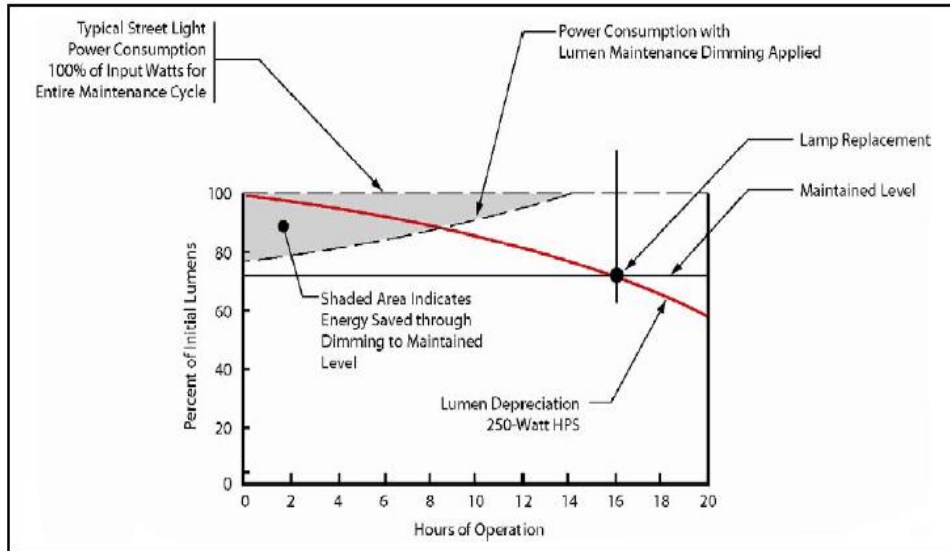
مشخص شده باشد که میزان تصادفات افزایش نیافته است:

زیرا روشنایی واحد سنجشی برای ایمنی معابر می‌باشد. ضمناً برای ارگان‌هایی مثل پلیس، دادگاه‌ها و شرکت‌های بیمه نیز تعداد تصادفات تحت شرایط کاهش نور حائز اهمیت می‌باشد و اگر نتایج مثبت بود این کاهش مجاز می‌باشد.

۴-۲- کاهش نور به سطح پایین شار نوری لامپ

معمولاً روشنایی معابر که اکثراً با لامپ‌های تخلیه‌ای پر فشار (HID) تأمین می‌شود، طوری طراحی می‌گردد که سطح پایین روشنایی را فراهم سازد. به دلیل اینکه انواع لامپ‌های HID مثل لامپ‌های بخار سدیم و متال هالید در طی عمر خود کاهش شار نوری دارند، طراحان باید سطح روشنایی بالاتری از حد پایین استاندارد، برای ابتدای نصب در نظر بگیرند.

به کارگیری تکنولوژی Lumen IQ به ما این امکان را می‌دهد که چراغ در تمام دوره بهره‌برداری در سطح پایین روشنایی خود کار کند که منتج به کاهش مصرف انرژی خواهد شد. برای تحقق این امر Lumen IQ را برنامه‌ریزی می‌کنند که در ابتدای دوره بهره‌برداری نور را به سطح پایین کاهش دهد و با گذشت زمان در طول بهره‌برداری آنرا به سطح بالاتری برساند. مقدار کاهش مصرف انرژی در نمودار شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳ - نمودار کاهش مصرف انرژی

۳-۴- کم کردن نور در مناطقی که برای دستیابی به یکنواختی، معبر با نور بیش از حد روشن شده است چون توان لامپ‌های HID ثابت می‌باشد، در بعضی مناطق برای بدست آوردن یکنواختی از نور غیر لازم و اضافی استفاده می‌شود. این موضوع ممکن است به علت موجود نبودن لامپ با توان مناسب (به عنوان مثال در طراحی نیاز به یک لامپ ۱۹۰ وات می‌باشد که موجود نیست و در نهایت از لامپ ۲۵۰ وات استفاده می‌شود) یا الزام در استفاده از نوع خاصی از پایه یا چراغ در طراحی باشد.

۵- نتایج تحقیق انجام شده در پرنس جورج کانادا

نتایج حاصله در این پروژه نشان‌دهنده قابلیت بالای بازگشت سرمایه در ۷/۴ سال می‌باشد و بررسی انجام شده برای یک معبر ۴ بانده در شهر پرنس جورج است. محاسبات سیستم روشنایی براساس ضوابط و استانداردهایی که توسط کمیته روشنایی امریکای شمالی IESNA تدوین شده، انجام می‌پذیرد. این پروژه شامل ۲ قسمت است که در قسمت شرقی محل مورد نظر تردد افراد پیاده زیاد و در قسمت غربی تردد افراد پیاده متوسط است. نتایج حاصل از محاسبات در جدول شماره ۲ مشخص شده است.

جدول ۲- مقایسه مقادیر محاسباتی با استاندارد IESNA

منطقه مورد نظر	قسمت شرقی خیابان	قسمت غربی خیابان
سطح تردد افراد پیاده	زیاد	متوسط
سطح شدت روشنایی (LUX)	۱۷/۶	۱۳/۵
سطح شدت روشنایی بر اساس IESNA (LUX)	۱۷	۱۳
یکنواختی محاسبه شده Eavg/Emin	۱۲/۶	۹
یکنواختی بر اساس IESNA Eavg/Emin	۳	۳

تمام تغییراتی که می‌توان در این مسیر انجام داد باید بعد از ساعت ۸ شب باشد، برای قسمت شرقی حدود قابلیت کاهش نور برابر با ۵۰ درصد می‌باشد که از سطح پرتردد به سطح متوسط است و برای قسمت غربی حدود قابلیت کاهش نور برابر با ۳۰ درصد است که از سطح تردد متوسط به کم می‌باشد. زمان استفاده از سیستم کاهنده نور بین ساعت ۸ شب تا ۶ صبح در نظر گرفته شده است. اگرچه پارامترهای مشخصی در طراحی سیستم دخالت دارند ولی بدست آوردن زمان مناسب برای کاهش نور کار مشکلی است. دقت این موضوع بستگی به زمان طلوع و غروب خورشید دارد. اگرچه این زمان با توجه به فصول تغییر می‌کند ولی به طور متوسط زمان روشن بودن حدود ۸ ساعت در شبانه روز در نظر گرفته می‌شود، و کاهش نور در این زمان انجام می‌گیرد، که با این فرض حدود ۲۹۲۰ ساعت در سال می‌شود. با توجه به اینکه یک سیستم روشنایی مجهز به فتوسل حدود ۴۱۰۰ ساعت در طول سال کار می‌کند حدود ۷۱ درصد آن قابل کنترل با کاهش دهنده‌های نوری خواهد بود. برای پروژه پرنس جورج « در کل طول خیابان تا حدود ۴۰ درصد از روشنایی قابل کنترل می‌باشد. به دلیل اینکه از ساعت ۸ شب به بعد می‌توان از سطح بالای حجم عابری به سطح متوسط، مقدار روشنایی را تا ۵۰ درصد کاهش داد و همچنین تا ۳۰ درصد هم برای کاهش از سطح متوسط به کم عابری، می‌توانیم نور را تقلیل دهیم، که متوسط آن ۴۰ درصد می‌شود.

۵-۱- هزینه‌های اضافی

هزینه‌های اضافی برای نصب و بهره‌برداری از Lumen IQ شامل تجهیزات کامپیوتری، کامپیوتر دستی و سیستم مدیریتی آن می‌شود. همچنین هزینه ماهیانه استفاده از سیستم مخابراتی بی‌سیم حدود ۰/۰۷ دلار برای هر قطب برآورد می‌شود. سیستم نقشه و جایابی با استفاده از نرم‌افزار Microsoft map pointer برای هر نقشه تقریباً برابر با ۲/۶ دلار در هر روز برای یک شهر به اندازه ونکوور کانادا می‌باشد. همچنین طبق گزارش‌های BC Hydro power کانادا هزینه جاری تعمیر و نگهداری سیستم حدود ۳ نفر ساعت در هر روز می‌باشد.

۵-۲- بازگشت سرمایه

هزینه نصب تجهیزات Lumen IQ تقریباً برابر با ۱۳۵ دلار کانادا است که شامل قطعات و نیروی انسانی می‌باشد (البته شامل نصب قطعات در پایه‌های روشنایی و هزینه تعمیر و نگهداری آن نیست) که برای این پروژه با حدود ۱۷۰ چراغ در شهر پرنس جورج حدود ۲۲۹۵۰ دلار کانادا می‌شود.

هزینه بازگشت سرمایه برای هر سال و برای ۱۷۰ چراغ برابر با ۳۰۹۷/۶۸ دلار کانادا است که از محل صرفه‌جویی انرژی از کاهش نور چراغ‌ها حاصل می‌شود و بدان معنی است که هر قطعه Lumen IQ می‌تواند هزینه خودش را از طریق صرفه‌جویی انرژی در حدود ۷/۴ سال بدست آورد. در وهله اول بعضی از ارگان‌های وابسته به شهرداری از مدیریت تعمیر و نگهداری سیستم Lumen IQ بهره خواهند برد اگرچه بعضی از این نوع سیستم‌ها، موجود است (مانند Telemics) ولی این سیستم‌ها قابلیت کاهش نور و اعلام خرابی سیستم را همان گونه که Lumen IQ فراهم می‌کند، ندارند.

البته این نکته قابل ذکر است که قیمت انرژی در منطقه ذکر شده نسبت به سایر قسمت‌های آمریکای شمالی ارزانتر است، برای مناطقی که هزینه انرژی بالا است بازگشت سرمایه خیلی سریعتر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

همانطور که در این مقاله بررسی شد با استفاده از کنترل هوشمند و تعمیر و نگهداری پیشرفته سیستم روشنایی معابر می‌توان قسمت عمده‌ای از انرژی الکتریکی مصرفی را کاهش داد که خود باعث آثار مناسب اجتماعی،

فرهنگی، زیست محیطی از جمله کاهش گازهای گلخانه‌ای و آلودگی نوری و همچنین باعث صرفه جویی در هزینه‌های تعمیر و نگهداری سیستم می‌گردد. از تکنولوژی کنترل هوشمند و تعمیر و نگهداری پیشرفته علاوه بر سیستم روشنایی معابر می‌توان در سایر موارد از جمله شبکه‌های توزیع و اتوماسیون پست‌های توزیع نیز استفاده کرد که این امر باعث بالاتر رفتن قابلیت شبکه توزیع می‌گردد.

قدردانی

از همکاری دوست گرانقدر آقای مهندس نیما ستار سپاسگذاری می‌گردد.

منابع

۱- استانداردها و مقالات ارائه شده در انجمن مهندسين روشنایی آمریکای شمالی (IESNA) در April 2005

۲- اطلاعات و مقالات شرکت BC Hydro power Canada

۳- مقاله اصلی با عنوان

Centralized Street Lighting Control and Monitoring Demonstration Project
 Prince George, British Columbia