



تاثیر هوشمند سازی سیستم روشنایی کلاس‌های درس بر بهینه سازی مصرف انرژی برق

حسین حاجی آقا علیزاده^{۱*}، علی خلیج^۲، مهدی سالاری نیک^۲

۱- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

چکیده

با توجه به اهمیت نور در یادگیری، نورپردازی مناسب مراکز آموزشی ضروری است. از سویی دیگر بهینه‌سازی مصرف انرژی نیز از اهمیت فراوانی برخوردار است. در این تحقیق ابتدا شدت نور در سه زمان صبح، ظهر و عصر در فصول بهار و پاییز در دو کلاس با موقعیت شمالی و جنوبی در زمانی که سیستم روشنایی کلاس روشن و خاموش بود اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد شدت نور در عصر در مقایسه با ظهر و صبح در فصل بهار و پاییز در کلاس شمالی و جنوبی کمترین میزان را دارد. همچنین نتایج بدست آمده نشان داد که شدت نور در عصر (هر دو فصل) در کلاس جنوبی و در صبح و عصر (هر دو فصل) کلاس شمالی کمتر از ۵۰۰ لوکس است و نیاز به روشن کردن چراغ‌ها می‌باشد در حالی که در سایر زمان‌ها (روزهای آفتابی) شدت نور کافی است اما در اغلب موارد توجهی به این موارد نشده و چراغ‌ها روشن باقی می‌مانند. پس از بررسی میزان شدت نور در شرایط مختلف یک سیستم روشنایی مناسب به منظور بهینه سازی مصرف انرژی برق طراحی شد. با استفاده از این سیستم شدت نور به صورت استاندارد در کلاس تنظیم می‌شود تا هم نیاز کاربران فراهم شده و هم در مصرف بر صرفه جویی شود.

کلمات کلیدی: شدت نور استاندارد، بهینه‌سازی انرژی، هوشمند سازی روشنایی

۱-مقدمه

در هر نظام آموزشی عوامل بسیاری در یادگیری و پیشرفت تحصیلی فراگیران موثر است (Hans-Joachim Ghazikhanlo et al, 1392). در 2007، Meciarova, 2016). به طور کلی ۸۳ درصد یادگیری به وسیله حس بینایی صورت می‌گیرد. بنابراین اگر عمل دیدن با مشکل مواجه شود در یادگیری اختلال صورت می‌گیرد. لذا نورپردازی در مراکز آموزشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (قاضی خانلو و همکاران، ۱۳۹۲). برای نورپردازی مراکز آموزشی رعایت مواردی نظیر رنگ نور، توزیع یکنواخت روشنایی در سطح میز و شدت روشنایی حائز اهمیت است. از این رو نورپردازی کلاس درس با اهمیت‌ترین مساله در مراکز آموزشی و مدارس می‌باشد. ضرورت‌ها و مقتضیات نورپردازی و شدت نور مورد نیاز در مراکز آموزشی و کلاس‌های درس با تغییر ساعات شبانه روز، فصول سال، شمالی و جنوبی بودن کلاس‌ها، طبقه کلاس‌ها و الکترونیکی شدن آن‌ها تغییر می‌یابد (Meciarova, 2016).

در گزارش‌های انتشار یافته توسط وزارت نیرو در ایران روشنایی سهم عمده‌ای در مصارف خانگی دارد با این حال در مصارف عمومی نیز بسیار قابل توجه است. از طرف دیگر عمده‌ترین مصرف در ساعات پیک اوج بار مربوط به روشنایی می‌باشد. بنابراین اهمیت توجه جامعه به صرفه جویی در این بخش و کنترل مصرف برق در جامعه اهمیت دارد. مدیریت انرژی در سیستم روشنایی به منزله محدود کردن آن و یا به حداقل رساندن میزان روشنایی نبوده بلکه روشی در جهت مصرف صحیح و اصولی در مراکز آموزشی کاملاً محسوس است (قاضی خانلو و همکاران، ۱۳۹۲).



بر اساس استانداردهای بین‌المللی شدت نور مورد نیاز فراگیران در محیط‌های آموزشی بویژه کلاس‌های درس ۵۰۰ لوکس می‌باشد. با این حال در اغلب موارد شدت نور در کلاس‌ها بیش از حد استاندارد بوده و گاه تا ساعتها پس از اتمام کلاس سیستم روشنایی روشن باقی می‌ماند. همچنین اغلب افراد از شدت نور مورد نیاز آگاهی نداشته و تمام چراغها را در کلاس روشن می‌کنند (Hans-Joachim, Ghazikhanlo et al., 1392; Meciarova, 2016).

طراحی سیستم مناسب نورپردازی و روشنایی در کلاس‌های آموزشی می‌تواند تا حدود زیادی در بهینه‌سازی مصرف انرژی موثر باشد. به طوری که نوری یکنواخت و همگن متناسب با نیاز فراگیران در شرایط مختلف محیطی و زمانی فراهم شده و بهینه‌سازی در مصرف صورت می‌گیرد (Meciarova, 2016). در مجموع این تحقیق با هدف بررسی تاثیر هوشمندسازی سیستم روشنایی کلاس‌های درس بر کاهش و بهینه‌سازی مصرف برق شهری صورت گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- اندازه‌گیری شدت نور در شرایط مختلف محیطی

به منظور اندازه‌گیری شدت نور دو کلاس B2 (کلاس جنوبی) و B6 (کلاس شمالی) در دانشکده کشاورزی در دانشگاه بوعلی سینا انتخاب شدند. سپس شدت نور در دو فصل بهار (اردیبهشت) و پاییز (مهر) در سه نوبت (صبح، ظهر و عصر) طی روزهای ابری و آفتابی با استفاده از دستگاه لوکس متر (مدل YK-10LX، تایوان) اندازه‌گیری شد. لوکس متر در ۵ موقعیت مکانی در سطح میز فراگیران به فاصله ۶۰ سانتی متر از سطح زمین و ۴۵ سانتی متر از سطح بینایی آن‌ها قرار گرفت. کلیه اندازه‌گیری‌ها هم در شرایطی که چراغ‌های کلاس خاموش و هم در شرایطی که کلیه چراغ‌ها روشن بودند صورت گرفت. همچنین به منظور اندازه‌گیری دقیق شدت نور کلیه پرده‌ها کنار زده شد تا میزان حقیقی شدت نور محاسبه شود. در تصاویر ۲-۱، ۲-۲ و ۲-۳ به ترتیب نمایی از موقعیت قرارگیری لوکس متر در سطح میز و موقعیت اندازه‌گیری شدت نور در نقاط مختلف کلاس B6 و B2 نشان داده شده است. در هر کلاس ۴ کلید که هر کدام ۹ لامپ (هر لامپ ۳۶ وات) را روشن می‌کند.



شکل ۲-۱- موقعیت قرارگیری لوکس متر در سطح میز



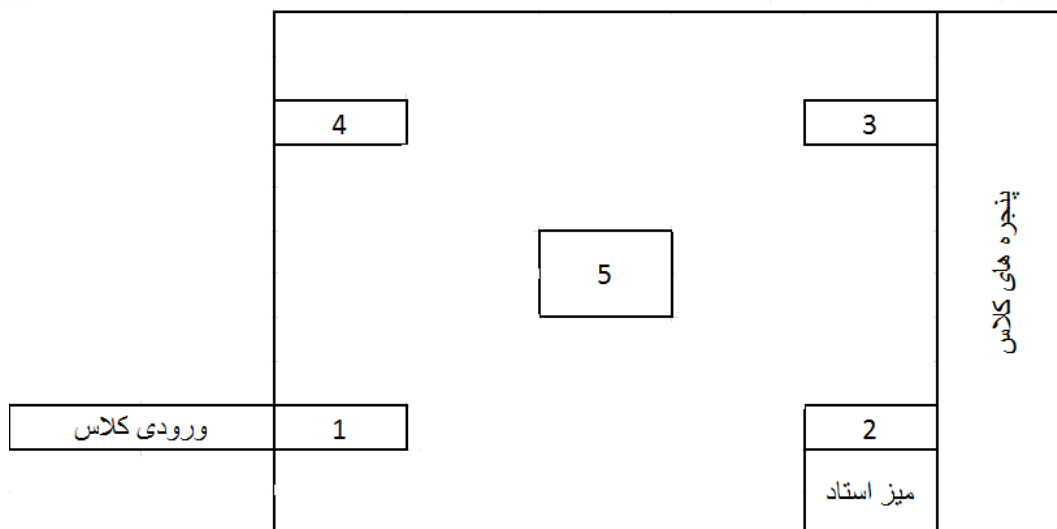
یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



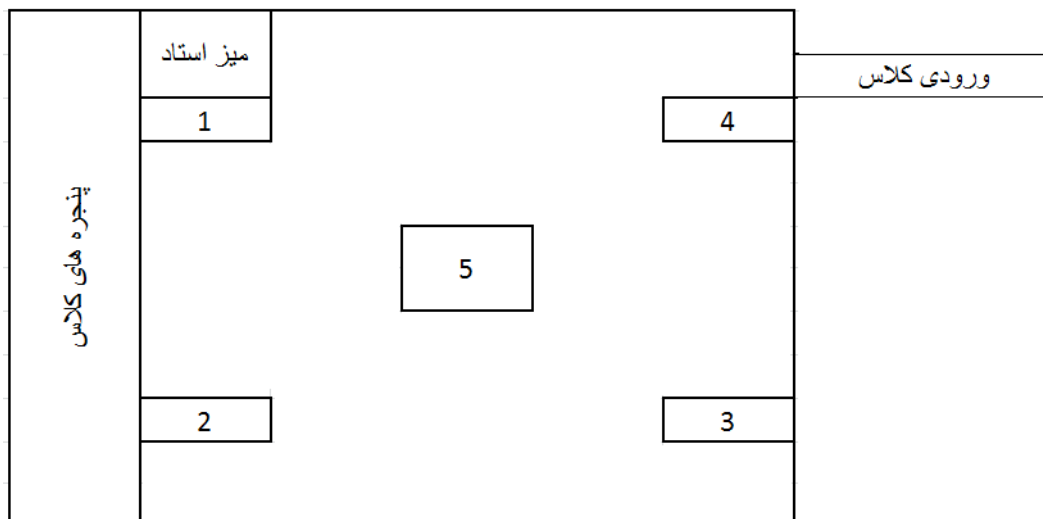
انجمن مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران



Buali Sina University



۲-۲- نقشه کلی کلاس B2، موقعیت‌های ۱ تا ۵ محل قرارگیری لوکس متر و اندازه‌گیری شدت نور می‌باشند.



۲-۳- نقشه کلی کلاس B6، موقعیت‌های ۱ تا ۵ محل قرارگیری لوکس متر و اندازه‌گیری شدت نور می‌باشند.

۲-۲- طراحی و نصب سیستم هوشمند روشنایی

بدین منظور یک سیستم هوشمند حاوی یک فوتوسل، یک سیستم بورد (پردازشگر) و یک ولوم تنظیم شدت نور با حساسیت مناسب به شدت نور طراحی شد. این سیستم در شرایط مختلف محیطی شدت نور را در حد استاندارد (۵۰۰ لوکس) تنظیم می‌کند. سپس سیستم طراحی شده کالیبره و در کلاس‌های B2 و B6 نصب شد.

۲-۳- اندازه‌گیری شدت نور پس از نصب سیستم هوشمند روشنایی

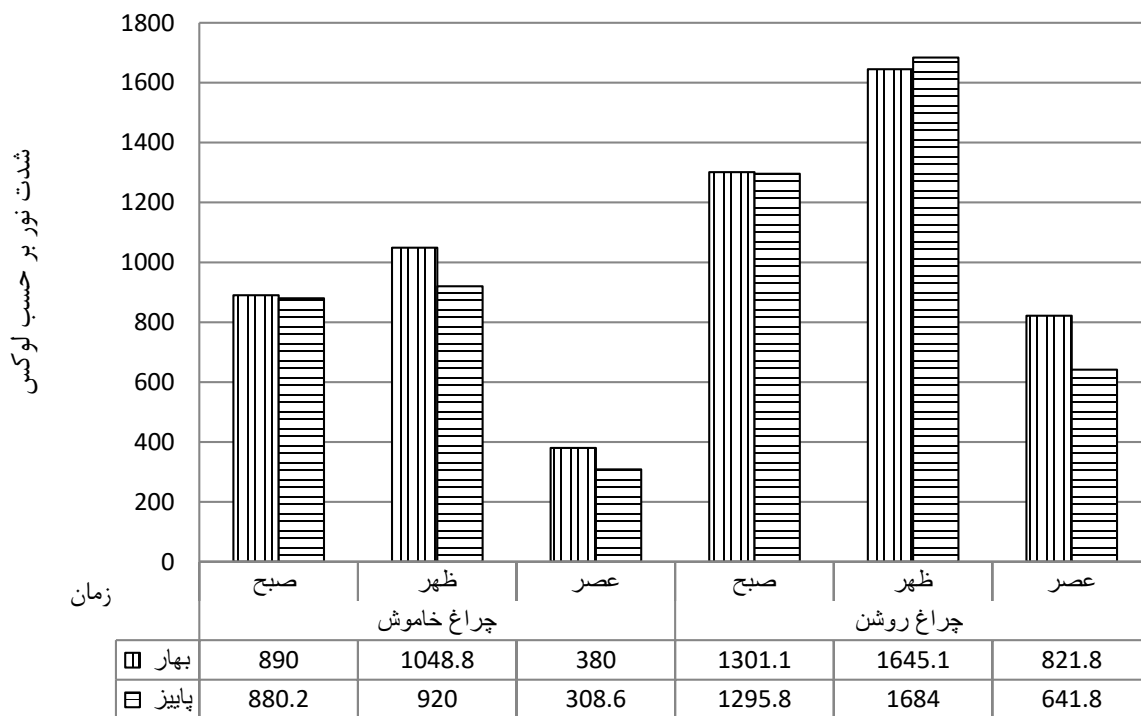
بر اساس نتایج حاصل از بخش ۲-۳ مواردی با شدت نور بیشتر و یا کمتر از حد استاندارد مشخص شد. در این شرایط شدت نور پس از نصب سیستم هوشمند مجدداً اندازه‌گیری شد. سپس میزان مصرف انرژی قبل و بعد از نصب سیستم هوشمند روشنایی محاسبه و کارایی مصرف انرژی محاسبه گردید.



۳- نتایج و بحث

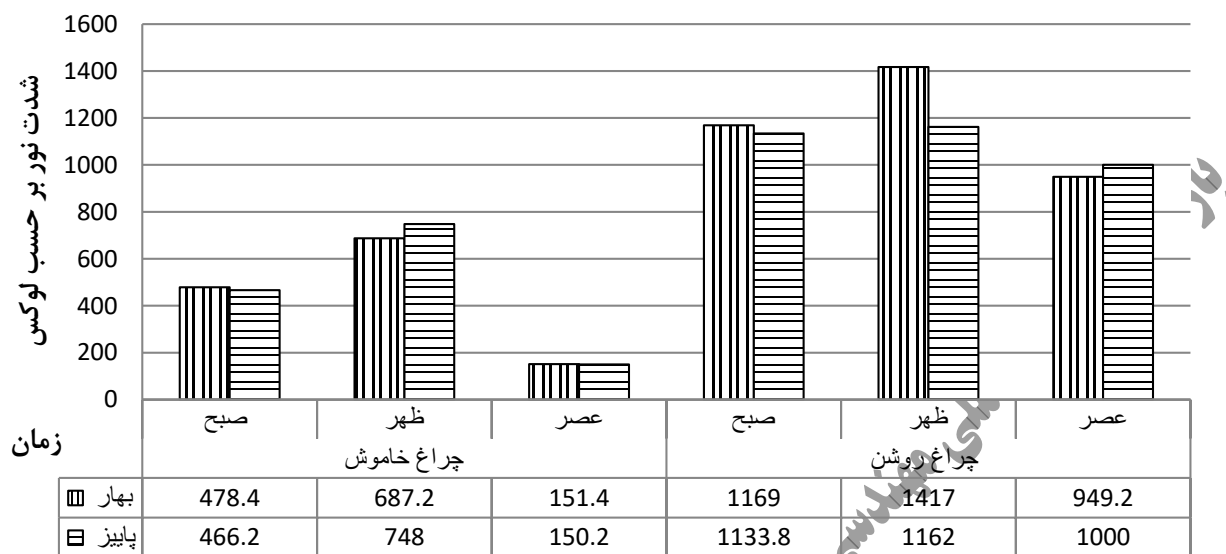
۳-۱- شدت نور در شرایط مختلف محیطی

در شکل‌های ۱-۳ و ۲-۳ نتایج حاصل از اندازه‌گیری شدت نور در شرایط مختلف آورده شده است. نتایج نشان داد شدت نور در عصر در مقایسه با ظهر و عصر در فصل بهار و پاییز در کلاس شمالی و جنوبی کمترین میزان را دارد. همچنین نتایج بدست آمده نشان داد که شدت نور در عصر (هر دو فصل) در کلاس جنوبی و در صبح و عصر (هر دو فصل) کلاس شمالی کمتر از ۵۰۰ لوکس است و نیاز به روشن کردن چراغ‌ها می‌باشد در حالی که در سایر زمان‌ها (روزهای آفتابی) شدت نور کافی است اما در اغلب موارد توجهی به این موارد نشده و چراغ‌ها روشن باقی می‌مانند. اما در پاییز در صبح و عصر عموماً شدت نور کمتر از ۵۰۰ لوکس می‌باشد. لذا روشن نمودن چراغ‌ها بسیار موثر است. در مجموع با توجه به متغیر بودن شرایط محیطی طراحی سیستمی که متناسب با شرایط محیطی شدت نور را در حد استاندارد تنظیم کند بسیار کارآمد می‌باشد.



شکل ۳-۱ - شدت نور در شرایط مختلف در ۵ مکان مختلف در کلاس B2 (شدت نور بر حسب لوکس)

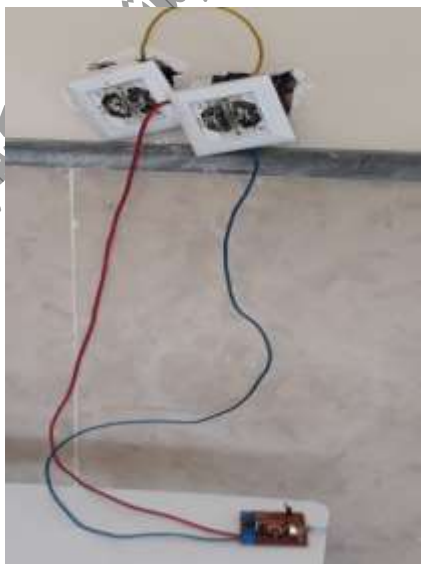
بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



شکل ۳-۲ - شدت نور در شرایط مختلف در ۵ مکان مختلف در کلاس B6 (شدت نور بر حسب لوکس)

۳-۲- نصب سیستم هوشمند روشنایی و بهینه‌سازی مصرف انرژی

در تصویر ۳-۳ نمایی از کنترل هوشمند شدت نور نشان داده شده است. نتایج حاصل از کاهش میزان مصرف انرژی نیز در جدول‌های ۳-۱ و ۳-۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در شرایطی که همه چراغ‌ها (۱۲ قاب هر کدام حاوی ۳ لامپ ۳۶ وات) روشن باشد میزان مصرف انرژی ۱۲۹۶ وات خواهد بود. اما در صورتی که متناسب با شرایط محیطی تعدادی از لامپ‌ها به صورت شوند هم شدت نور استاندارد تامین شده و هم در مصرف برق صرفه جویی خواهد شد (جدول ۳-۱ و ۳-۲).



شکل ۳-۳- نمایی از سیستم هوشمند کنترل شدت نور نصب شده در کلاس



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



انجمن مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران



Buali Sina University

جدول ۳-۱- تغییر شدت روشنایی و میزان مصرف انرژی با استفاده از سیستم هوشمند کنترل شدت نور در کلاس B2

شدت نور (لوکس)					
محل آزمایش	تمامی کلیدها روشن	یک کلید روشن	دو کلید روشن	سه کلید روشن	تمام کلیدها خاموش
۱	۱۶۲۵	۲۳۸	۴۰۹	۶۴۸	۲۰۰
۲	۱۱۰۶۰	۲۴۰۰	۲۸۸۰	۳۰۸۰	۲۲۵۰
۳	۱۱۶۸۰	۲۴۱۰	۳۱۹۰	۳۳۶۰	۲۱۸۰
۴	۲۲۹۰	۴۴۰	۶۱۰	۷۳۰	۲۳۰
۵	۴۷۵۰	۷۸۰	۱۳۵۰	۱۵۷۰	۵۱۰
میزان مصرف انرژی (وات)	۱۲۹۶	۳۲۴	۶۴۸	۹۷۲	

جدول ۳-۲- تغییر شدت روشنایی و میزان مصرف انرژی با استفاده از سیستم هوشمند کنترل شدت نور در کلاس B6

شدت نور (لوکس)					
محل آزمایش	تمامی کلیدها روشن	یک کلید روشن	دو کلید روشن	سه کلید روشن	تمام کلیدها خاموش
۱	۴۳۰۰	۱۲۹۰	۱۴۲۰	۱۵۹۰	۱۰۱۰
۲	۵۱۳۰	۱۵۴۰	۱۶۹۰	۱۹۰۰	۱۲۵۰
۳	۱۶۷۰	۴۸۰	۵۰۰	۶۹۰	۱۹۰
۴	۲۱۶۰	۵۸۰	۷۱۰	۸۷۰	۲۴۰
۵	۳۵۹۰	۱۰۳۰	۱۱۷۰	۱۳۹۰	۴۱۰
میزان مصرف انرژی (وات)	۱۲۹۸	۳۲۴	۶۴۸	۹۷۲	

نتیجه گیری کلی:

شدت نور مورد نیاز برای فراگیران در کلاس‌های درس ۵۰۰ لوکس می‌باشد. با این حال در اغلب موارد بدون در نظر گرفتن شدت نور محیط چراغ‌ها روشن مانده و شدت نور بیشتر از حد استاندارد در کلاس اعمال می‌شود. این مساله منجر به افزایش مصرف انرژی می‌گردد. در این پژوهش با ارایه یک سیستم هوشمند میزان شدت نور متناسب با شرایط محیطی تنظیم و کارایی مصرف انرژی افزایش یافت به طوری که علاوه بر تامین شدت نور مورد نیاز برای یادگیری با خاموش کردن کلیدهای برق اضافی بین ۲۵ تا ۷۵ درصد کاهش در مصرف انرژی برق صورت گرفت. همچنین در مواردی بدون نیاز به روشن کردن سیستم روشنایی شدت نور برای استفاده فراگیران کافی می‌باشد.



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



انجمن مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران



Buali Sina University

منبع:

- Ghazi Khanlo, K., Habibii and Mojii, M (1392), comparison of light density in the educational center in comparison to universal standard, *Pazhohan journal*, 11.
- Hof, Hans-Joachim. "Applications of sensor networks." In Algorithms for Sensor and Ad Hoc Networks, pp. 1-20.
- Meciarova, L. (2016). *Indoor environmental quality in the university classroom –case study*. International Multidisciplinary Scientific, GeoConference: SGEM: Surveying Geology & mining Ecology Management, 2, 427-434.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران