Archive of SID

تحلیل سلسله مراتبی کارایی و بهره وری انواع سیستمهای روشنایی معابر و چراغهای فضای آزاد

شایان حسینی[۱]، دانشجوی دکتری، گئورک قره پتیان[۲]، استاد تمام ، سید بابک مظفری[۳]، دانشیار، فرشته فرزیان پور[۴]، دانشیار

۱- دانشکده مهندسی برق- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات- تهران- ایران- hosseini-s@aut.ac.ir

۲- دانشکده مهندسی برق- دانشگاه صنعتی امیرکبیر- تهران- ایران- grptian@aut.ac.ir

۳- دانشکده مهندسی برق- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات- تهران- ایران- mozafari@srbiau.ac.ir

۴- دانشکده بهداشت- دانشگاه علوم پزشکی تهران- ایران- farzianp@sina.tums.ac.ir

چکیده: در این مقاله روشی براساس فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP[۱]) برای ارزیابی کارایی و بهره‌وری انواع سیستمهای روشنایی معابر و چراغهای فضای آزاد ارائه شده است. با توجه به طیف وسیع انواع لامپها و چراغهای فضای آزاد جهت روشنایی معابر و همچنین انواع محلهای عبور و مرور در فضاهای آزاد اعم از خودرویی، پیاده رویی، پارک و غیره، روشهای تحلیلی مختلفی جهت ارزیابی کارایی و بهره‌وری آنها برای انتخاب بهینه وجود دارد که ما در این مقاله با توجه به مزیتهای تحلیلی کیفی به کمی و بالعکس در تصمیم‌گیریهای شامل انواع پارامترهای اکثراً غیر قابل جمع با یکدیگر، به شرح مدل AHP جهت انجام این کار پرداخته‌ایم.

در مدل ارائه شده در این مقاله تمامی موارد در خصوص متغیرهای مؤثر در کارایی و بهره وری انواع سیستمهای روشنایی معابر و چراغهای فضای آزاد پوشش داده می شوند و مورد تحلیل کمی و کیفی قرار می‌گیرند. در انتها با توجه به فرایند تحلیل سلسله مراتبی و وزن دهی‌های سیستم خبره در این مدل، مرز انتخاب کارایی و بهره وری هر سیستم با توجه به عامل مهم اقتصاد در یک بازه زمانی معین، مبتنی بر مقایسه و وزن متغیرهای تأثیر گذار فرموله می‌گردد که نهایتاً با ارائه نتایج کمی شفاف حاصل از محاسبات، انتخاب و تصمیم‌گیری بهینه و اقتصادی در طراحی و اجرای انواع سیستمهای روشنایی معابر و فضاهای آزاد را سهولت می‌بخشد.

کلمات کلیدی: فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، کارایی، بهره‌وری، روشنایی معابر، چراغهای فضای آزاد

نام نویسنده مسؤول: شایان حسینی

نشانی نویسنده مسؤول: دانشکده مهندسی برق- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات- تهران- ایران

[1] Analytical Hierarchy Process

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

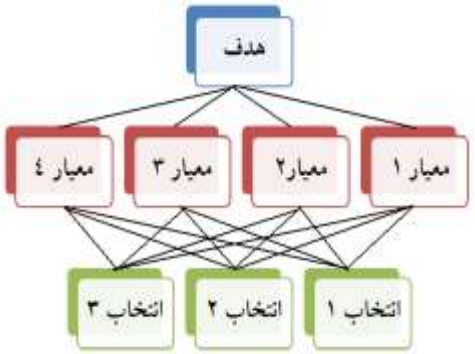
این مقاله یک مدل تحلیل سلسله مراتبی برای ارزیابی کارایی و بهره‌وری انواع سیستمهای روشنایی معابر و چراغهای فضای آزاد ارائه می دهد. مزیت مدل ارائه شده نسبت به مدلهای دیگر این است که کلیه عوامل و متغیرهای حاکم بر انواع سیستمهای روشنایی معابر و چراغهای فضای آزاد که طبیعتاً اکثر آنها غیر قابل جمع می‌باشند، در این مدل در نظر گرفته می‌شوند.

در مدل AHP با توجه به وزن دهی‌های سیستم خبره، این قابلیت وجود دارد که مبنی بر متغیرهای تأثیر گذار، مرز انتخاب کارایی و بهره وری هر سیستم با توجه به اقتصاد سیستم در یک بازه زمانی معین، فرموله گردد و نهایتاً مقایسه، انتخاب و تصمیم‌گیری بهینه و اقتصادی در این مقوله را با نتایج عددی شفاف در پیش روی طراحان و مجریان سیستمهای روشنایی معابر و فضاهای آزاد قرار می‌دهد.

۲. مدل AHP

در مبحث کارایی و بهره وری انواع سیستمهای روشنایی معابر و چراغهای فضای آزاد، از آنجایی که عوامل مختلف فنی و غیر فنی بسیاری موجود است و اکثراً جمع آنها ناممکن است، لذا جهت تصمیم گیری و انتخاب گزینه مناسب و برتر، مدل AHP را برگزیده‌ایم. مدل AHP در واقع روشی است که در آن به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نتایج مقایسه های زوجی در ماتریس مقایسات زوجی پرداخته می‌شود و برای هر زوج شاخصه، تصمیم‌گیرنده قضاوتی را در مورد اینکه چقدر یک شاخصه نسبت به شاخصه دیگر مهمتر است، ارائه می‌دهد. هر مقایسه زوجی تصمیم‌گیرنده را ملزم می‌دارد تا پاسخی را به این سؤال بدهد: "نسبت به هدف کلی، شاخصه A چقدر مهمتر از شاخصه N است؟"[1].

در شکل (۱) مدل خلاصه و ساده شده‌ای از ساختن سلسله مراتب مدل AHP را آورده‌ایم که در آن، هدف انتخاب بهترین سیستم کارا و بهره‌ور در میان انواع سیستمهای روشنایی معابر و چراغهای فضای آزاد با توجه به انواع معیارهای سنجش و مقایسه آنها با یکدیگر است [2].



شکل (۱): مدل خلاصه و ساده شده‌ای از ساختن سلسله مراتب مدل AHP

۳. انواع معیارها و انتخابها

انواع سیستمهای روشنایی معابر و فضاهای آزاد برای نورپردازی انواع خیابانها، بلوارها، بزرگراهها، پارکها و ... با سطوح مختلف کاربری و عبور و مرور خودرویی و یا پیاده رویی با حجمهای مختلف ترافیکی و تردد وجود دارند که می توان از انواع چراغها با قابلیت نصب در ارتفاعهای مختلف از سطح زمین با لامپهای مختلف در آنها استفاده کرد.

اهم انواع لامپها عبارتند از: رشته‌ای، فلورسنت، القایی، هالوژن، LED و لامپهای تخلیه گازی (متال هالید، بخار جیوه، بخارسدیم کم فشار و پرفشار) و ...

همچنین اهم معیارهایی که برای مقایسه کارایی و بهره وری سیستمهای روشنایی معابر و فضاهای آزاد مطرح هستند عبارتند از: عمر متوسط، هزینه روشن بودن به اندازه هر ساعت، بازده نوری با توجه به زاویه و ارتفاع نصب، بازده قیمتی، نرخ استهلاک، درجه حرارت کار لامپ، زمان قطع و وصل نور مجدد، چشمک نزدن لامپ، درخشندگی، یکنواختی، خیرگی، ایمنی محیط زیست، هزینه تعمیرات و تعویض (شامل ایجاد راهبندان و ترافیک) و ... [3, 4].

۴. پیاده سازی و فرموله سازی روش AHP

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می‌گردد. در اینجا بعد از محاسبه وزن انتخابها نسبت به کلیه معیارها، باید وزن معیارها را نیز مشخص نماییم، به عبارت دیگر باید سهم هر یک از معیارها در تعیین بهترین انتخاب مشخص شود. برای این کار نیاز است که معیارها را نیز

www.SID.ir

Archive of SID

زوجی با هم مقایسه نماییم و ترجیح زوجی این معیارها از سیستم خبره تصمیم گیرنده سؤال شده و ماتریس مقایسه زوجی را تشکیل دهیم. در جداول (۱) و (۲) روند ساخت ماتریسهای زوجی نشان داده شده است:

جدول شماره (۱) : مقایسه انواع مختلف سیستمهای روشنایی نسبت به یک معیار خاص

	سیستم نوع ۱	سیستم نوع ۲	سیستم نوع ۳	...
سیستم نوع ۱	1	a	b	c
سیستم نوع ۲	1/a	1	d	e
سیستم نوع ۳	1/b	1/d	1	f
...	1/c	1/e	1/f	1
معیار ۱				

جدول شماره (۲) : مقایسه معیارهای مختلف نسبت به یک معیار بالا دستی خود

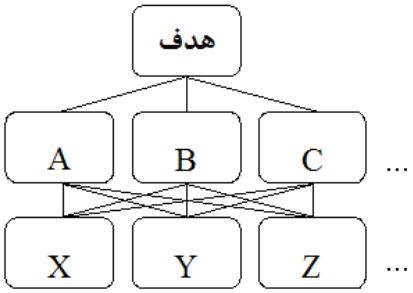
	معیار ۱	معیار ۲	معیار ۳	...
معیار ۱	1	a	b	c
معیار ۲	1/a	1	d	e
معیار ۳	1/b	1/d	1	f
...	1/c	1/e	1/f	1
معیار فنی یا هر معیار غیر فنی دیگر				

در جداول (۱) و (۲) هنگامی که عنصر i با j مقایسه می‌شود، یکی از اعداد صحیح طیف ۱ الی ۹ از اهمیت یکسان تا برتری فوق العاده زیاد به آن واگذار می‌شود. همچنین در مقایسه j با i، معکوس آن عدد واگذار می شود: $\left(xji = \frac{1}{xij}\right)$ و نیز همه عناصر قطری این ماتریسها عدد یک می‌باشد.

در نهایت جهت محاسبه وزن نهایی هر انتخاب، از آنجا که وزن معیارها منعکس کننده اهمیت آنها در تعیین هدف بوده و وزن هر انتخاب نسبت به معیارها سهم آن انتخاب در معیار مربوطه می‌باشد، به سهولت می‌توان گفت که وزن نهایی هر انتخاب از مجموع حاصل ضرب وزن هر معیار در وزن انتخاب مربوطه از آن معیار بدست می آید. به عبارت دیگر، وزن نهایی هر انتخاب در یک فرآیند سلسله مراتبی از مجموع حاصل ضرب اهمیت معیارها در وزن انتخابها مطابق فرمولهای زیر بدست می‌آید[2] :

$W_X = (W_{AX} \times W_A) + (W_{BX} \times W_B) + (W_{CX} \times W_C) + \dots$
$W_Y = (W_{AY} \times W_A) + (W_{BY} \times W_B) + (W_{CY} \times W_C) + \dots$
$W_Z = (W_{AZ} \times W_A) + (W_{BZ} \times W_B) + (W_{CZ} \times W_C) + \dots$
...

که در این فرمولها اندیسهای X ،Y و Z مربوط به انتخابها، اندیسهای A ، B و C مربوط به معیارها و اندیس W معرف وزن هر یک از آنها می‌باشد و نموداری مطابق شکل (۲) دارد :



شکل (۲) : نمودار ساده شده سلسله مراتب معیارها و انتخابها

۵. نتیجه‌گیری

در انتها با توجه به فرایند تحلیل سلسله مراتبی و وزن دهی‌های سیستم خبره در این مدل، مرز انتخاب کارایی و بهره وری هر سیستم با توجه به عامل مهم اقتصاد در یک بازه زمانی معین، مبتنی بر مقایسه و وزن متغیرهای تأثیر گذار طی فرمولهای مذکور بدست می‌آید که نهایتاً با ارائه نتایج کمی شفاف حاصل از محاسبات، انتخاب و تصمیم گیری بهینه و اقتصادی در طراحی و اجرای انواع سیستمهای روشنایی معابر و فضاهای آزاد را سهولت می‌بخشد.

مراجع

[1] Kahraman, C., (2015). Fuzzy multi-criteria decision-making: theory and applications with recent developments, p.17-80.

[2] قدسی پور، سید حسن (۱۳۸۹)، فرایند تحلیل سلسله مراتبیAHP ، چاپ هشتم، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) ، ص ۱۱-۸۳.

[3] فهرست بهای واحد پایه رشته تأسیسات برقی، رسته ساختمان و ساختمان صنعتی (۱۳۹۴)، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ص ۶- ۴۳.

[4] مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راه‌ها، نشریه شماره ۶۱۴، (۱۳۹۲)، وزارت نیرو، دفتر استانداردهای فنی مهندسی، اجتماعی و زیست محیطی برق و انرژی.

www.SID.ir